

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. H.-B. Wuermeling

Untersuchungen über die Wirkung des Alkohols in Resorptions- und Eliminationsphase auf das menschliche Sehvermögen bei Nacht

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
des Fachbereichs Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Fritz K. Schuster
aus Erlangen

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. H.-B. Wuermeling

Untersuchungen über die Wirkung des Alkohols in Resorptions- und Eliminationsphase auf das menschliche Sehvermögen bei Nacht

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
des Fachbereichs Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Fritz K. Schuster
aus Erlangen

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin der
Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. E. Rügheimer

Referent: Priv.-Doz. Dr. Dr. P. Zink

Korreferent: Prof. Dr. H.-B. Wuermeling

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Februar 1975

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. EINLEITUNG	1
II. LITERATURÜBERSICHT	6
III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	21
A) <u>Methodik und Material</u>	21
1. <u>Versuchsanordnung</u>	22
a) Geräte	22
α) Mesoptometer	22
β) Dreistäbchengerät	23
γ) Adaption- und Flimmerfrequenz- testgerät	24
b) Versuchspersonen	26
2. <u>Durchführung</u>	27
a) Einteilung	27
b) Versuchsverlauf	28
B) <u>V Versuchsergebnisse</u>	33
1. <u>Versuche mit dem Mesoptometer</u>	33
2. <u>Dreistäbchentest</u>	33
3. <u>Adaptionsversuch</u> (nach starker Blendung)	34
4. <u>Untersuchung der Verschmelzungsfrequenz</u>	35
IV. DISKUSSION	36
V. ZUSAMMENFASSUNG	39
VI. LITERATURNACHWEIS	41
VII. TABELLEN UND GRAPHISCHE DARSTELLUNGEN	52

I. EINLEITUNG

In den letzten Jahrzehnten beschäftigte sich die Alkoholforschung immer stärker mit dem Thema "Alkohol im Straßenverkehr". Die dabei auftretenden forensischen Probleme führten naturgemäß zu einem Zusammenwirken von Forschung und Gesetzgebung. So veranlaßte z.B. die stark ansteigende Zahl der Verkehrsunfälle mit Alkoholbeteiligung den Gesetzgeber, zunächst die Grenze der Fahrtüchtigkeit bei 1,5 ‰, ab 1966 bei 1,3 ‰ anzusetzen und 1973 einen Gefahrengrenzwert von 0,8 ‰ einzuführen. Nachdem man erkannte, daß die Alkoholbeeinflussung nicht nur vom Promillewert abhängig war, sondern auch von der Alkoholphase, ging dies in die Formulierung der gesetzlichen Bestimmung über den Gefahrengrenzwert ein und führte auch zu einer Änderung der ständigen Rechtsprechung bezüglich der Fahrtüchtigkeit. Nach einem Grundsatzentscheid des BGH vom Dezember 1973 ist Fahruntüchtigkeit im Sinne der §§ 316, 315 c Abs. 1 Nr. 1a StGB bereits dann gegeben, wenn der Kraftfahrer eine Alkoholmenge im Körper hat, die zu einer Blutalkoholkonzentration von 1,3 ‰ führt auch wenn die BAK zum Tatzeitpunkt noch unter 1,3 ‰ gelegen hatte. Das gleiche Kriterium der Alkoholmenge, die zu einem bestimmten Promillewert führt, gilt (BGBl 1973 I 870) auch für den Gefährdungstatbestand des § 24a StVG, der bei 0,8 ‰

gegeben ist (BGH Beschluß vom 11.12.73, Az: 4 StR 130/73). Grundlage für diese Neuregelungen in der Rechtspraxis sind Untersuchungen über eine verstärkte Wirkung des Alkohols in der ersten Zeit nach der Alkoholaufnahme.

In der Physiologie des Alkoholstoffwechsels wird zwischen der Resorptionsphase und der Eliminationsphase unterschieden. In der ersten Phase, der Resorptionsphase, wird der Alkohol in das Blut und in das Körpergewebe aufgenommen. Da in diesem Stadium noch Alkohol aus dem Magen- und Darminhalt in Blut und Gewebe übertritt, kommt es bei genügend hoher Resorption trotz des Abbaues zu einem Konzentrationsanstieg der BAK bis zum Gipfelwert. Dieser wird in der Regel innerhalb der ersten Stunde nach Trinkende erreicht. In der folgenden Eliminationsphase sinkt die Blutalkoholkonzentration. Trinkt man nun z.B. eine Alkoholmenge, die zu einem Gipfelwert von 1,2 ‰ führt, so treten sämtliche BAK-Werte von 0 bis 1,199 ‰ zunächst in der Resorptions- und dann in der Eliminationsphase auf. Aufgrund von Veröffentlichungen mit teils unterschiedlichen Ergebnissen kennen wir eine verschiedenartige Wirkung des Alkohols bei gleichem Promillewert in der Resorptions- bzw. Eliminationsphase. Problemstellung dieser Arbeit war, ob sich eine solche phasenverschiedene Wirkung unter standardisierten Bedingungen mit sinnphysiologischen Versuchen nachweisen läßt, wobei die Experimente bis weit in die Eliminationsphase ausgedehnt wurden.

II. LITERATURÜBERSICHT

Die phasenverschiedene Wirkung des Alkohols war schon oft Gegenstand von Veröffentlichungen, wobei sowohl theoretische Erwägungen als auch praktische Versuchsergebnisse und die daraus gezogenen Schlußfolgerungen nicht immer einheitlich waren. Wegen der vor allem in rechtlicher Hinsicht großen Bedeutung dieses Fragenkomplexes versuchten wir, mit sinnesphysiologischen Tests zur Klärung dieser Fragen beizutragen.

Man darf zusammenfassen, daß die meisten Untersucher (MELLANBY 1919; MILES 1924; GRAF 1933, 1935; MAYER 1936; GOLDBERG 1943; PROKOP 1954; ALHA 1956; GERCHOW 1958), um nur einige zu nennen, feststellten, daß die Trunkenheitssymptome rascher zu- und abnehmen, als der Blutalkoholgehalt. BSCHOR (1952) spricht von einer überfallartigen Anhäufung des Alkohols im Gehirn, wobei insbesondere die Ganglienzellen der Schädigung ausgesetzt werden. Wegen seiner sehr guten Durchblutung und des relativ hohen Wassergehaltes wird dem Gehirn vermehrt Alkohol angeboten, und es findet ein ziemlich rascher Diffusionsaustausch statt (BSCHOR 1952; ELBEL und SCHLEYER 1956). Dadurch erhält es in der initialen Phase eine höhere A-Konzentration als das übrige Gewebe. Die Umstellungsgeschwindigkeit

von einem Konzentrationsniveau auf ein anderes, in unserem Falle der Anflutung von einem niedrigeren auf ein höheres, ist von besonderer biologischer Bedeutung. Die Irritation des Proteins und des Enzymgefüges (BSCHOR 1951/1952), ist wesentlich größer, wenn dieser Konzentrationswechsel stoßartig in sehr kurzer Zeit, als kontinuierlich und langsam vor sich geht. Je schneller und stärker sich die Konzentrationsänderung im Nervengewebe vollzieht, umso größer ist der gesetzte Reiz und damit auch die Schädigung (CASPER und ABELE 1956, PROKOP 1954). Das bedeutet, daß neben der absoluten Höhe des Blutalkohols der Konzentrationsveränderung in der Zeiteinheit eine wesentliche und oft entscheidende Rolle zukommt. Nach ALHA (1956) gelangt das vom Alkohol freie Gewebe während der Phase der zunehmenden Trunkenheit wie durch einen plötzlichen Ruck in seinen Wirkungsbereich. Die kritische Schwelle wird schnell erreicht, und Funktionsstörungen treten auf. Im Stadium des Diffusionsgleichgewichts sind die Ganglienzellen keinen zusätzlichen Reizen mehr ausgesetzt, außerdem kommt nun die Gegenregulation des Organismus zur vollen Geltung. Deshalb kann bei fallendem Blutalkoholgehalt die Leistungsfähigkeit wieder ein sprunghaftes, jedoch gesetzmäßig nicht zu erfassendes Ansteigen zeigen (ALHA 1956). Gegen Ende der Resorptionsphase spielt nicht mehr der Grad der Durchblutung,

sondern die Alkohollöslichkeit der Gewebe eine wichtige Rolle. Daraus resultiert in diesem Zeitraum eine Verschiebung des Alkohols von Geweben mit hoher Alkoholaufnahmefähigkeit in solche mit einer niedrigeren. Das Gehirn gibt nun ebenfalls einen Teil seines Alkohols ab und paßt sich dem allgemein herrschenden Verteilungsgleichgewicht an. Diese von BSCHOR (1952) geäußerte Meinung würde erklären, warum die Alkoholkonzentration des Gehirns im aufsteigenden Schenkel der Alkoholkurve höher, im abfallenden dagegen niedriger als die jeweilige venöse BAK ist. Damit könnten auch die Differenzen der Wirkungsschwellen und die Verschiedenheit der Leistungsminderungen in den einzelnen Phasen zum Teil begründet werden. Bei gleichem Blutalkoholgehalt wäre demnach im ansteigenden und im abfallenden Schenkel nicht der gleiche Intoxikationsgrad gegeben, da man ein dynamisches und nicht ein statisches Geschehen vor sich hat. GOLDBERG (1943) fand im ansteigenden Teil eine höhere alkoholische Beeinflussung als im abfallenden. Er führte funktionelle Gründe dafür an. Nach einigen Untersuchern HAGGARD und GREENBERG 1934, BSCHOR 1952 und GOSTOMZYK und Mitarbeiter 1969), hat das Karotisblut im Stadium der Diffusion eine höhere Alkoholkonzentration als das der Extremitäten; die raschere Versorgung des Gehirns und ein dadurch bedingter Überhöhungseffekt wird auf die-

se Tatsache zurückgeführt. Alle Untersucher sind in der Meinung einig, daß neben dem absoluten Blutalkoholgehalt die Geschwindigkeit des Konzentrationswechsels von Bedeutung ist. Die alte Ansicht einer vollen Parallelität zwischen Blutalkoholgehalt und Leistungsschädigung wird heute kaum mehr vertreten. Einen genaueren Überblick über die bisherige Erforschung der phasenverschiedenen Alkoholwirkung soll die folgende Zusammenstellung geben.

Bereits 1919 schrieb MELLANBY, daß die Alkoholwirkung schneller zu- und abnimmt als die Blutalkoholkonzentration. 1924 war es MILES, in den Jahren 1933 - 1937 GRAF (1933, 1935), MAYER 1936 und ELBEL 1937, die bei Rechen-, Geschicklichkeits- und Reaktionstests feststellten, daß die Leistungserholung nach Alkoholgebrauch nicht parallel zum Absinken der Blutalkoholkurve verläuft, sondern ihr vorausseilt. Damals vermuteten die Autoren einen "vasomotorischen Sperrmechanismus" bei Erreichen der Endkonzentration. Weitere Ergebnisse in dieser Richtung kamen von HAGGARD (1934, 1943) und GOLDBERG (1943). HAGGARD war es, der darauf hinwies, daß in der Resorptionsphase in dem stark durchbluteten Gehirn eine höhere Blutalkoholkonzentration zu erwarten ist als in den schwächer durchbluteten peripheren Gewebeanteilen. BSCHOR (1952)

sprach von einer überfallartigen Anhäufung des Alkohols im Gehirn, wobei insbesondere die Ganglienzellen der Schädigung ausgesetzt werden. Wegen seiner sehr guten Durchblutung und des relativ hohen Wassergehaltes wird dem Gehirn vermehrt Alkohol angeboten und es findet ein ziemlich rascher Diffusionsaustausch statt. Dadurch erhält es in der initialen Phase eine höhere Alkoholkonzentration als das übrige Gewebe.

Besonders aufschlußreich waren die elektroencephalographischen Untersuchungen. 1950 fanden von HEDENSTRÖM und SCHMIDT im Konzentrationsbereich von 1,0 - 2,5 ‰ an sechs gesunden Versuchspersonen eine Korrelation zwischen dem Blutalkoholgehalt und dem Vorkommen träger Wellen der Hirnrindenfunktion nur im Anstiegsbereich der Blutalkoholkurve. 1956 untersuchten CASPERS und ABELE die Frequenz der corticalen Spontanrhythmen des Großhirns unter einer Alkoholbelastung von 0,4 - 1,9 g/kg an 20 gesunden Versuchspersonen. Dabei zeigte sich, daß das hirnelektrische Bild einsinnig in Richtung einer Frequenzerniedrigung und Amplitudenvergrößerung der Spontanrhythmen verändert wurde. Der Effekt entspricht einer Hemmung der physiologischen Hirnrindenfunktion. Außerdem ergaben sich quantitativ identische Rhythmusänderungen des

EEG bei Promillewerten, die im ansteigenden Teil der Alkoholkurve im Mittel um 0,3 - 0,4 ‰ niedriger lagen als im abfallenden Teil. Die Autoren weisen ausdrücklich auf die Übereinstimmung ihrer Ergebnisse mit den Beobachtungen von VON HEDENSTRÖM und SCHMIDT hin. 1960 beschreiben MÜLLER und RUTENFRANZ eine Parallelität von Blutalkoholkonzentration und Veränderungen des EEG nur in der Resorptionsphase. Ihre Untersuchungen zeigen allerdings, daß auch bei einer BAK, die kleiner als 0,3 - 0,2 ‰ ist, noch eine zumindest latent verbleibende cerebrale Labilität vorliegt, in der sich leistungssteigernde Medikamente oder plötzlich auftauchende Belastungen ungünstig auswirken. Schließlich bestätigt 1960 AMLER die Ergebnisse von CASPERS und ABELE sowie die von VON HEDENSTRÖM und SCHMIDT über die Bedeutung des Anstiegsgradienten für die Alkoholwirkung.

Neben den bisher aufgeführten Autoren ist noch PROKOP (1954) zu erwähnen, der es für unerläßlich hält, bei der Beurteilung einer bestimmten BAK und ihrer Wirkung unbedingt die Phase zu berücksichtigen, in welche der Vorfall fällt. "Die fast allgemein hingenommene Beurteilungshypothese, daß zwischen Venenblutalkoholgehalt und Leistungsminderung = Hirnalkoholwirkung eine bestimmte Relation besteht, ist falsch".

Während der Resorption sei die Leistungsminderung ungleich größer als in der Eliminationsphase. So bedinge beispielsweise bei der gleichen Person ein Blutalkoholgehalt von 1 ‰ während der Resorptionsphase einen Leistungsabfall von 80 ‰, während in der Eliminationsphase bei der gleichen BAK nur noch eine Leistungsminderung von 10 ‰ festgestellt worden ist. Auch er weist in diesem Zusammenhang auf die arterio-venöse Alkoholkonzentrationsdifferenz in der Resorptionsphase hin. Je höher der Anstieg der BAK, je geringer also die Anpassungszeit sei, umso stärker sei die alkoholische Hirnschädigung.

1955 stellt GRÜNER in seinen Untersuchungen über die alkoholbedingte Störung der Aufmerksamkeit in 50 Versuchen an 10 Versuchspersonen bei einer Alkoholbelastung von 1,2 g/kg innerhalb einer halben Stunde fest, daß die Gesamtaufmerksamkeitsverminderung bei dieser BAK von ca. 1 ‰ in der Resorptionsphase im Mittel etwa 75 ‰, in der Eliminationsphase immer noch etwa 45 ‰ des Nüchternwerts beträgt.

1956 ging ALHA bei seinen einschlägigen Untersuchungen von den Beobachtungen MELLANBYS (1919), MILES (1924) und TUOVINENS (1938) aus, die eine verstärkte Alkoholwirkung in der Resorptionsphase beschrieben hatten. Er überprüfte diese Befunde an 30 Versuchs-

personen in jeweils drei Untersuchungsserien und stellte fest, daß die Summen der klinischen Symptome parallel zum Anstieg der BAK verliefen. Das Maximum der klinischen Symptome lag in jeder Versuchsreihe eine halbe bis eine Stunde vor dem Blutalkoholmaximum. Nach seinen Beobachtungen beginnen die klinischen Befunde nach dem BA-Maximum schnell zu verschwinden. Er betonte ausdrücklich eine Übereinstimmung seiner Ergebnisse mit denen von BSCHOR. Auch ELBEL und SCHLEYER halten 1956 die arteriovenöse Alkoholkonzentrationsdifferenz in der Resorptionsphase und das von BSCHOR postulierte Anflutungsphänomen für die quantitative Ausprägung der Alkoholwirkung während der Alkoholinvasion von entscheidender Bedeutung.

1958 konnten GERCHOW und WITTLICH in dem von ihnen entwickelten Schriftänderungstest die sehr niedrige Wirkungsschwelle des Alkohols als Zeichen der "Anflutung" während der Resorption und deren Einfluß auf die aktuelle Persönlichkeitsdarstellung klar herausarbeiten. Sie beobachteten in der Resorptionsphase ab 0,2 ‰ Persönlichkeitsveränderungen, die postresorptiv zum Teil von 1,0 ‰ abwärts nicht mehr nachweisbar waren. ABELE fand bei Fahrtests unter Alkoholeinfluß, daß die Geschwindigkeits- als auch die

Gleichmäßigkeitsleistung in der Resorptionsphase schlechter waren als in der Eliminationsphase.

1960 referiert ELBEL anlässlich der 24. Tagung der deutschen Gesellschaft für Unfallheilkunde in Lindau über neue Ergebnisse der Blutalkoholforschung in Bezug auf Blutalkoholgehalt und Grenzen der Fahrtüchtigkeit. Auch er weist auf den Unterschied zwischen Alkoholwirkung in der Resorptions- und Eliminationsphase hin, der durch eine starke Alkoholanhäufung im Telencephalon während der Resorptionsphase zustande kommt. Auf der gleichen Tagung stellt GERCHOW erneut fest, daß die Alkoholisierung aufgrund des Laboratoriumbefundes allein nicht zu beurteilen sei, da es keine lineare Abhängigkeit des Trunkenheitsgrades von der BAK gebe. Bei Promillevergleichswerten in der resorptiven und postresorptiven Phase gebe es signifikante Unterschiede des Trunkenheitsgrades.

1961 ermittelten SCHWEITZER und BURCKHARDT bei 201 Personen schlechtere Wahrnehmungsleistungen in der Resorptionsphase als in der Eliminationsphase.

SCHLEYER erstattete 1961 ein Gutachten für das OLG Hamm, in dem er in Bezug auf andere Autoren, eigene Versuchsergebnisse und auf den vorliegenden Fall zu dem Ergebnis kam, daß im Anstieg auf den bei der Blutabnahme erreichten Wert mindestens mit der glei-

chen Schädigung zu rechnen sei wie zum Zeitpunkt der Blutentnahme. Im selben Jahr wiesen SCHLEYER und WICHMANN in ihren Untersuchungen über die Beziehung Tatzeit - Ende des Alkoholkonsums - Blutalkoholgehalt bei Verkehrsdelikten auf die erhöhte Gefährlichkeit während der Anflutungsphase hin.

1963 vertraten KRAULAND, ROSE und FREUDENBERG ebenfalls aufgrund eigener Versuchsergebnisse die Beobachtungen von ALHA, BSCHOR, GERCHOW und SACHS, sowie GERCHOW und WITTLICH. Nach GAISBAUER ist die Alkoholwirkung in der Resorptionsphase nicht nur abhängig von der BAK, sondern auch von der Geschwindigkeit, in der diese Konzentration erreicht wird. Die Trunkenheit nimmt rascher zu als die BAK. "Wenn bei aufsteigender BAK die Promillezahl 0,3 - 0,4 ‰ niedriger liegt als bei abfallender Blutalkoholkurve, besteht dennoch gleiche Alkoholwirkung. DENNEMARK kommt in seinen Vergleichen über die unterschiedlichen Rauschformen bei den verschiedenen Reaktionstypen aufgrund seiner Versuche mit Sympathikotonikern und Vagotonikern zu dem Ergebnis, daß der Unterschied zwischen Resorptions- und Eliminationsphase bei gleicher Promillezahl beim Sympathikotoniker größer ist als beim Vagotoniker. Bei beiden Typen seien aber bei gleicher BAK die Rauschsymptome in der Resorptionsphase "einwandfrei schwerer" als in der Ausscheidungsphase.

1966 betonte PROKOP in seinem Lehrbuch, daß trotz gleichen Venenblutgehaltes die biologische Leistungsminde- rung durch Alkohol in der Resorptions- und Elimina- tionsphase "völlig verschieden" sind und GERCHOW befür- wortete im Gutachten des Bundesgesundheitsamts zur Fra- ge "Alkohol bei Verkehrsstraftaten" eine privilegierte Behandlung der Resorptionsphase bei der Beurteilung der Alkoholwirkung. Der Schädigungsschwellenwert liege in der Aufnahme- phase außerordentlich niedrig. "Kon- zentrationen zwischen 0,4 und 0,8 ‰ sind hier immer bedeutungsvoll und gefährlich. Anders ist die Situa- tion in der Ausscheidungsphase mit zunehmendem zeit- lichem Abstand vom Trinkende. Die Wirkungsschwellen liegen hier wesentlich höher. Es gibt sicher Kraftfah- rer, die 3 - 5 Stunden nach Trinkende bei 0,8 - 0,1 ‰ kaum noch nachweisbare Störungen der psychomotorischen Leistungsfähigkeit aufweisen".

Ebenfalls in diesem Verhältnis lagen die Angaben von PONSOLD, der in seinem Lehrbuch (1967) die Meinung vertrat, daß die Alkoholbeeinflussung in der Resorp- tionsphase besonders stark und gefährlich ist. 0,4 ‰ in der Resorptionsphase könnten 0,8 ‰ in der Elim- nationsphase entsprechen.

1968 sah STEIGLEDER in seinem reichhaltigen Untersuchungsmaterial die Erfahrungen von GRAF (1933, 1935, 1960) bestätigt, wonach die alkoholische Schädigung in der Resorptionsphase um ein Vielfaches ansteigt und die psychische Erholung nach dem Gipfel der BAK vorausseilt.

1969 kamen GOSTOMZYK und STREFFER in tierexperimentellen Untersuchungen zur Verteilung des Alkohols in verschiedenen Organen, insbesondere im Gehirn, zu folgendem Ergebnis: Die höchsten Werte treten bei den Versuchstieren in Organen mit hohem Blutdurchströmungsvolumen (Lunge, Nieren, Gehirn) 5 Minuten nach Alkoholgabe auf. Das periphere Maximum wird erst nach 10 Minuten erreicht. Ausdrücklich wurde darauf hingewiesen, daß die Möglichkeit eines bereits von BSCHOR postulierten Überhöhungseffektes durchaus gegeben sei. Anhand elektronystagmographischer Untersuchungen gelangte HEIFER ebenfalls 1969 zu einer Bestätigung der phasenverschiedenen Alkoholwirkung. Die mittlere Nystagmusintensität ist bei durchschnittlich 0,66 ‰ in der Eliminationsphase ca. 3 1/2 Stunden nach Trinkende genauso stark wie bei 0,37 ‰ in der Resorptionsphase bei Ende des Alkoholkonsums.

1970 schließlich erschien ein ausgezeichnetes Grundsatzgutachten mit einer umfangreichen Literaturübersicht von HEIFER. Darin sammelte der Autor die bisher existenten Lehrmeinungen und Untersuchungsergebnisse über die unterschiedliche Alkoholwirkung in Resorptions- und Eliminationsphase ausgehend von den Untersuchungen MELLANBYS bis zu seinen eigenen nystagmographischen Untersuchungen über den postrotatorischen Fixationsnystagmus. Im selben Jahr bestätigte YOUNG in seinen Versuchen erneut, daß die Reaktionszeit während des Alkoholabbaues nicht linear von der BAK abhängt und daß die Beeinträchtigung während des Anstiegs - bei gleicher BAK - stärker ist als während des Abfalls.

1972 wurden die bisherigen Untersuchungen abgerundet durch die Ergebnisse von WILHELM, LINDNER und AUDRLICKY, die bei Untersuchungen über das Dämmerungssehen nach Alkoholaufnahme bis zu 60 % Ausfälle in der Resorptionsphase beschrieben und ebenfalls berichten konnten, daß die Ausfälle in der Eliminationsphase schwächer waren. Außerdem stellten sie eine große Streubreite bei der Readaptationszeitverlängerung fest. Zum Schluß seien noch GOSTOMCZYK, GYALOG und REULEN erwähnt (1972), die erneut die Alkoholanflutung im Gehirn bestätigten. Sie begründeten dies mit dem schnellen Konzentrationsausgleich zwischen arte-

riellem Blut und Hirngewebe sowie der dem peripheren Venenblut gegenüber erhöhten BAK im arteriellen Blut.

Somit konnte man bisher abschließend mit HEIFER beurteilen: "Weiterhin ist vielfach und übereinstimmend belegt, daß die Schädigungsschwelle in der Resorptionsphase niedriger liegt als in der Eliminationsphase und daß die Alkoholwirkung schneller ansteigt und abfällt als die Blutalkoholkonzentration. Der quantitative Unterschied ist abhängig von der Konzentrationsänderung der ansteigenden Blutalkoholkonzentration in der Zeiteinheit - also von der Steilheit des Anstiegs - der aus physikalischen und pharmakologischen Gründen ein besonderer Anflutungseffekt entspricht, der über die konzentrationsabhängige Schädigung meßbar hinausgeht".

In zahlreichen Untersuchungen deutscher und amerikanischer Wissenschaftler wurde die Empfindlichkeit des Auges und seine deutlichen Schädigungen durch Alkohol nachgewiesen. So beschrieben FORSTER (1956,1959) und GRAMBERG-DANIELSEN (1965) Änderungen des Farbsehvermögens. Die Amerikaner BRECHER, HARTMANN, LEONHARD stellten 1955 eine Abweichung der Seachse nach Alkoholgenuß fest, bemerkten allerdings keine Änderung der Sehschärfe und stehen damit im Gegensatz zu

CHASTAIN (1964), der bei 6 Fällen zwei leichte und zwei schwere Änderungen der Sehschärfe vorfand. Nach Versuchsergebnissen von GRAMBERG-DANIELSEN (1965), MORTIMER (1963) und MAUZ (1940) bleibt die Alkoholwirkung auf die Readaptationszeit zwar zumindest zweifelhaft, dem stehen jedoch zahlreiche und weitgehend übereinstimmende Untersuchungsergebnisse gegenüber, so von FORSTER und STARCK (1959), LAVES (1955), SCHLEYER und SELLIER (1963), die eine Verlängerung der Readaptationszeit nach Blendung feststellen konnten.

III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

A) Methodik und Material

Weil wir unsere Untersuchungen nach den Anforderungen ausrichteten, die eine Nachtfahrt an das Sehleistungsvermögen eines Kraftfahrers stellt, nahmen wir als wichtiges Kriterium zunächst die Messung der Readaptationszeit nach Blendung. Die nächste optische Funktion die wir untersuchten, war das räumliche Sehvermögen. Auf diesem Gebiet hatte MAUZ bei seinen Versuchen mit dem Pfalk'schen Dreistäbchenapparat deutliche Störungen bereits nach 0,3 %o gemessen. Auch bei CHASTAIN wiesen 3 von 6 Probanden bei Fahrversuchen Störungen des räumlichen Sehvermögens auf.

Unser dritter Test beruhte wieder auf der Messung der Readaptationszeit nach Blendung. Dieser, dem Mesoptometertest im Prinzip gleiche Versuch, wies nur folgende Änderungen auf: Die Blendung war sowohl von der Intensität als auch von der Dauer her größer. Zudem war das zu erkennende Objekt kein Landoltring, sondern eine extrem schwach beleuchtete Mattscheibe mit einem schwarzen Querbalken. Diese Scheibe war um die sagittale Achse drehbar und ermöglichte mindestens vier deutlich als verschiedenen zu erkennende Positionen.

Im vierten und letzten Versuch untersuchten wir die phasenverschiedene Alkoholwirkung auf Ermüdungserscheinungen des menschlichen Auges mit Hilfe eines Flimmerfrequenztestes.

1. Versuchsanordnung

a) Geräte

Die Versuche wurden in einem vollständig abgedunkelten Raum an folgenden Geräten durchgeführt:

Am Mesoptometer (Firma Oculus), mit dem die Readaptationszeit (Landoltring-Versuch) gemessen wurde.

Am Dreistäbchengerät (Messung des räumlichen Sehvermögens).

An dem von uns konstruierten Gerät, womit Readaptationszeit und Verschmelzungsfrequenz in zwei aufeinanderfolgenden Versuchen gemessen wurden.

α) Mesoptometer

Das Mesoptometer setzt sich zusammen aus dem Projektionsgerät und einem starren Reflektorteil aus weißlackiertem Blech, in dessen Projektionsfläche die Linse einer dahinter angebrachten Blendleuchte sitzt. Der Reflektorschirm wird in einer Entfernung von drei Metern

vor dem Projektionsgerät und damit auch vor der Versuchsperson, die unmittelbar links vom Gerät sitzt, aufgebaut. Nach der Blendung durch die Blendleuchte wird ein Landoltring auf den Schirm projiziert, dessen Öffnung die Stellung der Zahlen auf einem Zifferblatt einnehmen kann, so daß die Versuchsperson nach Erkennen des Landoltrings die Lage der Öffnung genau angeben kann. Mit Hilfe einer im Projektionsgerät eingebauten Stoppuhr, die unmittelbar nach Erlöschen des Blendlichtes anläuft, wird dann die Readaptationszeit gemessen. Vor dem Versuch werden die Helligkeit der Blendleuchte sowie der Kontrast des Landoltringes im Hintergrund mit einem einfachen Eichsystem geeicht, so daß bei jedem Versuch stets die gleichen Bedingungen vorliegen.

B) Dreistäbchengerät

Beim Dreistäbchentest sieht die Versuchsperson durch ein Doppelokular eine beleuchtete runde Mattscheibe, in deren Zentrum drei senkrechte Stäbchen stehen, von denen das mittlere über einen Ring, der in der Mitte des Gerätes um den zylindrischen Körper läuft, vor und zurück bewegt werden muß. Die Markierung auf dem Ring zeigt an der Skala auf einem unbeweglichen

Skalenring die Einstellgenauigkeit an. Die Mattscheibenbeleuchtung am Ende des Dreistäbchenges-
rätcs wird durch einen Kippschalter vom Versuchs-
leiter betätigt.

γ) Adaptations- und Flimmerfrequenztestgerät.

Das Gerät zur Messung der Readaptationszeit nach starker Blendung und zur Durchführung eines Flimmerfrequenztestes wurde von uns konstruiert und setzt sich folgendermaßen zusammen: Auf einer länglichen rechteckigen Bodenplatte sind die beiden Hauptteile Kessel und Röhre ineinanderübergehend montiert. Auf dem Kessel sitzen die beiden Lampenfassungen der 40-Watt-Lampen, die den Kessel ausleuchten. Das Kesselinnere ist mattweiß lackiert. Eine ebenfalls mattweiße, durchscheinende Kunststoffblende deckt die Augen gegen Direkt-
sicht auf die beiden Glühlampen im Kessel. Die Stirnwand des Kessels mit der rechteckigen Sichtöffnung sowie die Kesselhinterwand am Übergang zur Röhre sind zum Schutz gegen Streustrahlung mattschwarz lackiert. Hinter einer kreisrunden Öffnung im Zentrum der Kesselhinterwand, im Anfangsteil der Röhre ist eine bewegliche weiße Plastikscheibe mit einem diametral verlaufenden schwarzen Streifen eingeschoben. Am Röhren-

ende sitzt eine kleine Lichtquelle von konstanter minimaler Helligkeit, die beim Readaptationsversuch die Mattscheibe beleuchtet. Über dem hinteren Viertel der innen mattschwarz lackierten Röhre ist die stroboskopische Scheibe so befestigt, daß ein Segment die Röhrenöffnung vollständig verschließen kann. Ihr Antrieb erfolgt über einen kleinen Elektromotor von konstanter Drehzahl. Veränderlich dagegen ist die Helligkeit der Leuchtquelle am Röhrenende. Über eine Untersetzung betreibt ein zweiter Elektromotor ein Drehpotentialmeter, das langsam und gleichmäßig die Helligkeit der Lichtquelle hochregelt. Zum Schutz gegen ein Überdrehen des Drehpotentiometers bauten wir eine Abschaltautomatik ein. Ein Metallstift, der auf der Getriebewelle montiert ist, drückt in der Extremstellung ein federndes Metallplättchen am Schalter nieder, der mit einem deutlich hörbaren Klicken die Stromzufuhr unterbindet. Nach jedem Versuch wird das Drehpotentialmeter durch Umschalten des Getriebes zurückgedreht, wobei ein zweiter Sicherheitsschalter, der nach demselben Mechanismus wie der oben erwähnte funktioniert, das Drehpotentialmeter in einer stets gleichbleibenden Stellung ausschaltet. Dies garantiert beim erneuten Umschalten des Getriebes für den Versuch eine

für alle Versuchspersonen konstante Anfangshelligkeit der Lichtquelle. Mit einem Druckschalter wird die Abschaltautomatik zum Start des Versuchs solange überbrückt, bis ein Klicken anzeigt, daß die Automatik ausgeschaltet ist und das Drehpotentiometer langsam bewegt wird. Gleichzeitig diente uns das Klicken als Signal für die Zeitnahme. Zwischen Stromnetz und Gerät sind ein Voltmeter und ein Drehwiderstand geschaltet, mit denen wir unsere Betriebsspannung trotz der teilweise im Versuchsverlauf auftretenden starken Spannungsschwankungen konstant halten konnten.

b) Versuchspersonen

Wir führten unsere Versuche mit 20 gesunden männlichen Teilnehmern durch. In 19 Fällen handelte es sich um Studenten im Alter von 21 bis 26 Jahren; eine Versuchsperson war 35 Jahre alt. Die Alkoholgewöhnung war sehr unterschiedlich, von der Konstitution her waren sowohl athletische Typen, Pykniker, als auch Leptosomen vertreten. Keiner der 20 Probanden war Alkoholiker. Die Skala der Trinkhäufigkeit reichte von selten bis sehr häufig und regelmäßig.

2. Durchführung

a) Einteilung

Der Test begann zwischen 16 und 17 Uhr und endete gegen 24 Uhr. Auf Wunsch der Teilnehmer wurden keine hochprozentigen Getränke, sondern pro Person 3 Halbe Märzenbier getrunken, dem entsprechend dem Körpergewicht reiner Alkohol bis zu einer Alkoholbelastung von 1,2 g Alkohol/kg KG zugesetzt wurden. Je nach vorhandener Zeit machten wir mit den Testpersonen drei bis 5 Nüchternversuche an allen Geräten in derselben Reihenfolge wie im Alkoholttest, um den Übungszuwachs weitgehend abzubauen.

Wir führten unsere Versuche mit 4 Gruppen zu je 4 Mann und einer Dreiergruppe durch. Am Anfang der Versuchsreihe wurde ein Testlauf mit einer Versuchsperson durchgeführt. Da er reibungslos ablief, wurde er mit in die Auswertung genommen. Im Laufe des Experimentes wurden 7 Blutproben aus der Cubitalvene entnommen, nur bei der Dreiergruppe waren es 6 Entnahmen.

Während dieser Probedurchgänge wurden die einzelnen Gruppenmitglieder noch einmal genau über ihre Aufgaben instruiert: In einem Zeitraum von ca. 1 1/2 Stunden mußte der Alkohol getrunken werden. Nach

jedem Testdurchgang wurde mit einer Venüle aus der Cubitalvene die Blutprobe entnommen. Während des Versuchs wurde von jedem Teilnehmer ein Protokoll angelegt, in dem er seine Eindrücke und die Veränderungen niederschrieb, wie z.B. Artikulationsschwierigkeiten, Gleichgewichtsstörungen, starke Euphorie und andere Erscheinungen. Die Probanden hatten zu Beginn des Trinkversuches seit dem Mittagessen nichts mehr zu sich genommen. Sie bekamen nach eigenem Wunsch einen Imbiß, bestehend aus Brötchen, Wurstaufschnitt und Brotaufstrich. Die Versuche selbst wurden während der ersten vier Male im Durchschnitt jede halbe Stunde nach Trinkbeginn durchgeführt. Die restlichen drei Durchgänge verteilten sich gleichmäßig auf die übrigen fünf Stunden.

b) Versuchsablauf

Die Testperson wurde aus dem Kreis ihrer Gruppe, die sich kartenspieland und bei Musik die Zeit vertrieb, aufgerufen und ging in Begleitung eines der drei Versuchsassistenten in den vollkommen abgedunkelten Saal, in dem die Geräte aufgestellt waren. Dort wartete bereits ein Assistent am Mesoptometer. Mit Hilfe einer Taschenlampe mit rotem Licht, wurde der Proband auf seinen Sitzplatz links neben dem Projektor eingewiesen. Nun wurde ein Landoltring in der

anschließend verwendeten Kontraststufe auf den Schirm projiziert, wobei nacheinander verschiedene Öffnungsrichtungen eingestellt wurden. Erst, nachdem der Proband soweit adaptiert hatte, daß er ohne Zögern die Stellung des Ringes bezeichnen konnte, wurde die Blendung ausgelöst. Gleichzeitig erschienen zwei rote Punkte auf dem Schirm. Während der Proband die beiden Punkte fixierte, veränderte der Assistent am Gerät die Stellung des Landoltringes. Die Blendleuchte schaltete sich automatisch nach 5 Sek. aus, gleichzeitig lief eine Stoppuhr im Gerät an. Sobald der Proband die Stellung des Ringes durch Bezeichnen der Uhrzeit, auf welche die Ringöffnung wies, angezeigt hatte, wurde die Stoppuhr angehalten und die Zeit in das Versuchsprotokoll eingetragen. Falls die Ringstellung nicht richtig erkannt wurde, was außerordentlich selten vorkam, wurde der Versuch solange wiederholt, bis er erfolgreich war.

Beim nächsten Test am Dreistäbchengerät saß der Proband vor dem Gerät, die Augen an das Doppelokular gepreßt und die eine Hand bereits an den Einstellring gelegt, der in einer der beiden möglichen Extremstellungen stand. Ohne Ankündigung wurde die Innenbeleuchtung des Gerätes eingeschaltet. Jetzt erst erkannte die Versuchsperson die Stellung des

mittleren Stäbchens und begann mit der Korrektur. Zusammen mit der Beleuchtung war auch eine Stoppuhr eingeschaltet worden, mit welcher die Dauer der Korrektur gemessen wurde. Zum ersten Male während des Versuchs wurde nun eine kleine Schreibtischlampe eingeschaltet und die Einstellung abgelesen. Schon an dieser Stelle sei erwähnt, daß die Korrekturen unserer Probanden durchwegs sehr genau lagen. Selbst im fortgeschrittenen Stadium des Versuchs befanden sich noch fast alle Einstellungen im Toleranzbereich von $\pm 0,5$ Skaleneinheiten.

Nachdem dieser Versuch protokolliert war, nahm die Versuchsperson am nächsten Tisch Platz, auf dem das von uns gebaute Gerät zur Messung der Readaptationszeit nach starker Blendung und zur Durchführung des Flimmerfrequenztests stand. Die Raumbeleuchtung war bereits ausgeschaltet und der Proband blickte durch den Sehschlitz im Kessel auf die schwach beleuchtete Mattscheibe mit dem schwarzen Balken. Wie beim Landoltringversuch, dem dieser Versuch ja im Prinzip sehr ähnelt, mußte die Versuchsperson die Stellung des Balkens eindeutig und ohne Zögern angeben können. Zur genaueren Identifikationsmöglichkeit hatten wir nur vier verschiedene Balkenstellungen:

1. Balken steht senkrecht,
2. Balken steht waagerecht,
3. Balken steht von schräg links oben nach rechts unten,
4. Balken steht von schräg rechts oben nach links unten.

Sobald die Versuchsperson voll adaptiert hatte, wurden die Blendlampen im Kesselinneren für 3 Sek. eingeschaltet. Wir maßen die Readaptationszeit mit einer Stoppuhr, die mit einer Doppelstoppvorrichtung versehen war. Im Falle einer Falschmeldung konnte der Versuch weiterlaufen und die Zeit bis zum richtigen Erkennen des Balkens an dem zweiten Uhrzeiger abgelesen werden, der nach dem ersten Stoppen weitergelaufen war. Der Fall, daß auch die zweite Angabe falsch war, trat nur bei einer Versuchsperson auf, die extreme Adaptationsschwierigkeiten hatte.

Für den letzten Test in unserer Versuchsreihe blieb die Versuchsperson genauso vor dem Gerät sitzen wie beim Versuch vorher und schaute - voll adaptiert - auf die Mattscheibe mit dem Balken. Die zwischen Mattscheibe und Lichtquelle eingebaute stroboskopische Scheibe drehte sich mit konstanter Geschwindigkeit, das heißt die Flimmerfrequenz blieb stets gleich. Nun schaltete ein Assistent den Elektromotor ein, der das Drehpotentiometer bewegte, so daß die

Helligkeit der Lichtquelle langsam zunahm. Die Versuchsperson mußte nur angeben, wann sie ein deutlich erkennbares Flimmern der Mattscheibe bemerkte. Die Zeit vom Einsetzen des Regelvorganges bis zum Erkennen der Flimmerbewegung wurde mit einer Stoppuhr gemessen und in das Protokoll eingetragen. Die VP ging nun zurück in den Aufenthaltsraum zu der wartenden Gruppe. Dort wurde ihr eine Blutprobe aus einer der Armvenen entnommen, die Venüle mit dem Zeitpunkt der Blutentnahme beschriftet, registriert, und damit war ein Versuchsdurchgang beendet, der in der Regel 8 - 10 Minuten dauerte.

B) Versuchsergebnisse

1. Versuche mit dem Mesoptometer

Bei diesem Versuch zur Messung der Readaptationszeit nach Blendung mit dem Mesoptometer trat der stärkste Ausfall durchschnittlich 40 Minuten vor dem Zeitpunkt des BAK-Maximums und 7 Minuten nach Trinkende auf. In der Resorptionsphase verschlechterte sich die Readaptationszeit in der Regel um 92 %, in der Eliminationsphase um 30 %. Von einem Zusammentreffen von BAK Maximum und Maximalausfall kann man bei den VPn 17, 18 und 19 sprechen. 13 VPn hatten die stärksten Ausfälle in der Resorptionsphase. Bei 4 von 20 VPn lag der stärkste Ausfall in der Eliminationsphase.

2. Dreistäbchentest

Diesen Versuch zur Messung des räumlichen Sehvermögens konnten wir nur bei 15 VPn werten, da die erste Gruppe so starke technische Schwierigkeiten bei der Bedienung des Gerätes zeigte, daß wir die folgenden 15 VPn mit einer geänderten Versuchsanordnung untersuchten. Die Daten der ersten 5 VPn erscheinen daher nur in den Versuchsprotokollen und der graphischen Darstellung. Bei diesem Versuch trat der stärkste Ausfall durchschnitt-

lich 11 Minuten vor dem Zeitpunkt des BAK-Maximums und 28 Minuten nach Trinkende auf. In der Resorptionsphase verschlechterte sich die Zeit zum richtigen Einstellen des Gerätes um 31 %, in der Eliminationsphase konnte man bei einer maximalen Verschlechterung um 4 % schon beinahe von einer vollständigen Erholung sprechen. Bei den VPn 6, 9, 11, 15, 16 und 10 fielen Maximalausfall und BAK-Maximum praktisch zusammen. Die Zeitdifferenz von 6 - 10 Minuten war ebenso wie bei den anderen Versuchen durch den Versuchsablauf bedingt. In der Wertung erschienen allerdings die exakt gemessenen Zeitdifferenzen. Nur bei 2 von 15 VPn lag der stärkste Ausfall in der Eliminationsphase.

3. Adaptationsversuch (nach starker Blendung)

Bei diesem Versuch zur Messung der Readaptationszeit unter extremen Bedingungen (stärkere Blendung, schwächerer Kontrast als beim Mesoptometer) trat der größte Ausfall durchschnittlich 24 Minuten vor dem BAK-Gipfel und 22 Minuten nach Trinkende auf. In der Resorptionsphase verschlechterte sich die Readaptationszeit um 133 %, in der Eliminationsphase um 87 %. Bei den Versuchspersonen 3, 4, 12, 13 und 14 stimmten Maximalausfall

und Alkoholgipfel zeitlich überein. Bei 10 von 20 VPn lag der stärkste Ausfall in der Resorptionsphase, bei 5 VPn in der Eliminationsphase. VP 14 hatte als einzige bereits im Nüchternzustand extreme Adaptationsschwierigkeiten bei diesem Versuch. Die Angaben des Probanden 14 waren mehrfach falsch und schwankten in den Nüchternversuchen zwischen 29,4 und 510 Sekunden !

4. Untersuchung der Verschmelzungsfrequenz

In diesem Versuch gab es die größten Ausfälle 1 1/2 Minuten nach dem Alkoholgipfel und 47 Minuten nach Trinkende. In der Resorptionsphase verschlechterte sich das Auflösungsvermögen des Auges um 20 %, in der Eliminationsphase um 14 %. Nur bei den Versuchspersonen 12 und 16 konnte man von einem Zusammentreffen von Alkoholgipfel und Maximalausfall sprechen. Bei 9 von 20 VPn lag der stärkste Ausfall in der Eliminationsphase.

IV. DISKUSSION

Unsere Versuchsergebnisse bestätigen erneut, zum Teil mit großer Deutlichkeit, die phasenverschiedene Wirkung des Alkohols. Dies zeigt sich besonders in den Readaptationszeitversuchen mit dem von uns gebauten Gerät und dem Mesoptometer. Im Mesoptometerversuch lagen die Ausfälle in der Resorptionsphase bei 92 %, in der Eliminationsphase bei 30 % und im Readaptationsversuch mit starker Blendung betrugen die Ausfälle 133 % in der Resorptionsphase und 87 % in der Eliminationsphase. Gleichzeitig bestätigen unsere Versuche die erhebliche Streubreite derartiger Experimente, die sich in dem zuletzt genannten Versuch zwischen einer Verbesserung um 12 % und einer Verschlechterung um 445 % bewegte. Vermutlich wurde diese Streuung, die in den Nüchternversuchen relativ gering war, vor allem durch das psychische Moment von Dunkelheit, Müdigkeit und Schlafbedürfnis bedingt. Mehr als einmal mußten wir den Versuchspersonen gut zureden, um sie am Einschlafen zu hindern. Wir nehmen an, daß mancher unserer Probanden kurzzeitig in eine Art Halbschlaf fiel. Daß dieses "Warten, daß sich endlich etwas tut", möglicherweise zu der hohen Streubreite führte, zeigen auch die Ergebnisse mit dem Mesoptometer. Sie bewegten sich mit

einer Verbesserung um 37 % und einer Verschlechterung um 376 % in ähnlichen Grenzen und wiesen damit eine weitaus höhere Streuung auf als in dem kurzen Flimmerfrequenzversuch oder gar im Dreistäbchentest, wo der Proband beim Einstellen des Gerätes aktiv wurde. Unsere Versuche bestätigen die Ergebnisse von WILHELM, LINDNER und AUDRLICKY (1972), die bei ihren Readaptationszeitversuchen unter Alkoholeinfluß ebenfalls eine sehr große Streubreite gefunden hatten. Im Widerspruch zu anderen Autoren (MAUZ 1940, CHASTAIN 1964) dagegen stehen unsere Ergebnisse aus dem Dreistäbchentest. Wir konnten bei unseren Versuchen keine Verschlechterung der Genauigkeit des räumlichen Sehvermögens nachweisen, Ausfälle ergaben sich lediglich dadurch, daß die Versuchspersonen mehr Zeit zum exakten Einstellen des Gerätes benötigten. Auf den Straßenverkehr übertragen bedeutet dies eine Beeinträchtigung der Fahrtüchtigkeit, da der Verkehrsteilnehmer unter Umständen zu lange braucht, um eine Gefahrensituation zu erfassen. Auch beim Dreistäbchentest waren die Ausfälle mit 31 % in der Resorptionsphase eindeutig stärker als in der Eliminationsphase (4 %).

Keinen großen phasenbezogenen Unterschied dagegen stellten wir im Verschmelzungsfrequenzversuch fest.

Im Mittel fielen der Zeitpunkt des Alkoholmaximums und der der stärksten Ausfälle praktisch zusammen. Bei fast der Hälfte der Probanden traten die stärksten Ausfälle in der Eliminationsphase auf. Insgesamt waren die Ausfälle jedoch nur gering. Die Einzelaufschlüsselung der Ergebnisse im Vergleich mit den Nüchternversuchen ergab keinen Hinweis für eine verstärkte oder phasenverschiedene Beeinträchtigung des zeitlichen Auflösungsvermögens des Auges. Offensichtlich beeinträchtigt der Alkohol in dem gemessenen Konzentrationsbereich die geprüften Funktionen insgesamt nur wenig.

Unsere Versuche bestätigen somit, daß in der Resorptionsphase im Vergleich zur Eliminationsphase in der Regel stärkere Ausfälle der Adaptation und des räumlichen Sehvermögens zu erwarten sind, wie dies im Schrifttum immer wieder, wenn auch nicht unwidersprochen, dargelegt wurde. Die Versuche stützen damit die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die phasenverschiedene Wirkung des Alkohols, die in neuerer Zeit auch ihren Niederschlag in der Rechtsprechung gefunden haben.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der phasenverschiedenen Wirkung des Alkohols. Anhand 4 verschiedener sinnesphysiologischer Versuche mit 20 gesunden männlichen Versuchspersonen wurden Anforderungen simuliert, wie sie bei einer Nachtfahrt dem Sehvermögen des Verkehrsteilnehmers gestellt werden können.

Geprüft wurden:

1. das Readaptationsvermögen nach normaler Blendung mit dem Mesoptometer (Landoltringversuch)
2. das räumliche Sehvermögen mit dem Dreistäbchentest
3. das Readaptationsvermögen nach starker Blendung an einem von uns konstruierten Gerät mit dem zusätzlich
4. das zeitliche Auflösungsvermögen des Auges geprüft werden konnte (Verschmelzungsfrequenztest).

Dabei kamen wir zu folgenden Ergebnissen:

Versuch 1 (Landolt): Die Readaptationszeit war nach Alkoholgenuß stark verlängert. Die Ausfälle betrugen in der Resorptionsphase 92 %, in der Eliminationsphase nur 30 %.

Versuch 2 (Dreistäbchentest): Die Genauigkeit des räumlichen Sehvermögens war nicht beeinträchtigt, wohl aber die Zeit zum Erkennen der richtigen räumlichen Verhältnisse. Auch hier traten die stärksten Ausfälle

in der Resorptionsphase auf. Die Erkennungszeit war in der Resorptionsphase um 31 % verlängert, in der Eliminationsphase nur um 4 %.

Versuch 3 (Readaptation): Die Readaptationszeit nach starker Blendung war durch Alkoholgenuß enorm verlängert. Auch in diesem Versuch war eine eindeutige phasenverschiedene Wirkung des Alkohols festzustellen. In der Resorptionsphase lagen die Ausfälle mit 133 % viel höher als in der Eliminationsphase mit 87 %.

Versuch 4 (Verschmelzungsfrequenztest): Keine signifikante phasenverschiedene Alkoholwirkung zeigte sich im Verschmelzungsfrequenztest. Das Mittel der stärksten Ausfälle lag hier mit 20 % in der Resorptionsphase nur wenig höher als das der Ausfälle in der Eliminationsphase mit 14 %.

VI. Literaturverzeichnis

ABELE, G.

Die Geschwindigkeitsleistung des Kraftfahrers unter Alkoholeinfluß .

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 47, 447 (1958)

ABELE, G.

Die Gleichmüßigkeitsleistung des Kraftfahrers unter Alkoholeinfluß .

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 47, 462 (1958)

ABELE, G.

Fahrfehler des Kraftwagenlenkers unter Alkoholeinfluß .

Zbl. Verkehrsmed. 5, 34 (1959)

ALHA, A.

Der klinische Rauschzustand während des steigenden und fallenden
Blutalkohols .

Ärztl. Laborat. 2, 9 (1956)

AMLER, G.

Die nachträgliche Alkoholtoleranzprüfung unter EEG-Kontrolle.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 58, 212 (1966)

BRECHER, G.A., HARTMANN, A.P. und D.D. LEONHARD

Effect of Alcohol on binocular Vision.

Amer. J. Ophthal. 39, 44 (1955) zit. nach Quart. J. Stud. Alc. 16,
744 (1955)

BSCHOR, F.

Studien über den Ablauf der Alkoholintoxikation unter besonderer Berücksichtigung der pharmakologischen Beziehungen in der Resorptionsphase bei Alkoholgewöhnten.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 40, 399 (1951)

BSCHOR, F.

Beobachtungen über ein funktionales Prinzip bei der psychomotorischen Leistungsminderung in den verschiedenen Phasen der akuten Alkoholintoxikation.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 41, 273 (1952)

CASPERS, H. und G. ABELE

Hirnelektrische Untersuchungen zur Frage der quantitativen Beziehungen zwischen Blutalkoholgehalt und Alkoholeffekt.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 45, 492 (1956)

CHASTAIN, J.D.

The Effects of 0,10 per cent of blood alcohol on driving ability.

Traffic Safety Res. Rev. 5, 4 (1961)

zit. nach Quart. J. Stud. Alc. 25, 377 (1964)

DENNEMARK, H.G.

Der Alkoholabbau, der Zeitfaktor und die unterschiedlichen Rauschformen bei den verschiedenen Reaktionstypen.

Blutalkohol, 2, 166 (1963)

ELBEL, H. und F. SCHLEYER

Blutalkohol, Thieme: Stuttgart 1956

ELBEL, H.

Neue Ergebnisse der Blutalkoholforschung.

(Blutalkoholgehalt und Grenzen der Fahrtauglichkeit)

Hefte Unfallheilkunde 66, 74 (1961)

ELBEL, H.

Blutalkoholkonzentration und Alkoholwirkung.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 28, 64 (1937)

zit. nach U. HEIFER,

Sturztrunk und Alkohol

Blutalkohol 7, 383 (1970)

FORSTER, B. und H. STARCK

Über die Hell- und Dunkeladaptation unter Alkoholeinfluß.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 49, 66 (1959)

FORSTER, B.

Farbsehstörungen nach Alkoholgabe.

Zbl. Verk. Med. 2, 340 (1956)

FORSTER, B.

Über Störungen des Farbsehens von Rot und Grün nach Alkoholgaben.

Zbl. Verk. Med. 5, 217 (1959)

GAISBAUER, G.

Zur phasenverschiedenen Wirkung des Alkohols.

Neue jur. Wschr. 16, 1663 (1963)

GERCHOW, J. und B. WITTLICH

Experimentelle Untersuchungen zum Nachweis alkoholbedingter
Persönlichkeitsschädigungen.

Privatdruck: Kiel 1958

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

GERCHOW, J. und V. SACHS

Die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen Alkoholkonzentration,
Zeit und klinisch feststellbarer Trunkenheit.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 51, 32 (1961)

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

GERCHOW, J.

Statistische und experimentelle Untersuchungen zur Frage einer unter-
schiedlichen Bewertung bei steigenden und fallenden Blutalkoholkonzen-
trationen

Hefte Unfallheilk. 66, 90 (1961)

GERCHOW, J.

Im Gutachten des Bundesgesundheitsamtes zur Frage Alkohol bei
Verkehrsstraftaten.

Kirschbaum, Bad Godesberg 1966

GÖHLER, W.

Beeinträchtigung der Verkehrstüchtigkeit durch Alkohol.

Gerichtsmedizinische Untersuchungen bei Verkehrsunfällen

v.W. Dürwald, Leipzig (1966)

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung

Blutalkohol 7, 383 (1970)

GOLDBERG, L.

Quantitative Studies on alcoholtolerance in man.

Acta physiol. scand. 5, 1 (1943)

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung .

Blutalkohol 7, 383 (1970)

GOSTOMZYK, J.G. und CH. STREFFER

Tierexperimentelle Untersuchungen zur Verteilung von Äthylalkohol
in verschiedenen Organen, insbesondere im Gehirn, während der
Resorptionsphase.

Blutalkohol 6, 211 (1969)

GOSTOMZYK, J.G., D. DILGER und K. DILGER

Untersuchungen über die arteriovenöse Differenz der Alkoholkonzentration
im Blut und ihre Beziehung zum Alkoholgehalt des Gehirns.

Z. klin. Chem. und klin. Biochem. 7, 162 (1969)

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

GOSTOMZYK, J.G., D. DILGER und K. DILGER

Arteriovenöse Konzentrationsdifferenzen in Nieren- und Hirngefäßen
bei intravenöser Sufusion.

Z. klin. Chem. und klin. Biochem. 8, 1 (1970)

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung

Blutalkohol 7, 383 (1970)

GOSTOMZYK, J. G., G. GYALOG und H.J. REULEN

Anflutung und Verteilung von Alkohol bei oraler Resorption.

Z. Rechtsmedizin 70, 46 (1972)

GRAF, O.

Über den Zusammenhang zwischen Alkoholkonzentration und psychischer Alkoholkwirkung.

Arb. physio. 6, 169 (1933)

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

GRAF, O.

Experimentell-psychologische Gesichtspunkte und Erfahrungen zur gerichtsmed. Beurteilung der Alkoholkwirkung.

Ärztl. Sachverst. Z. 41, 255 (1935)

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

GRAF, O.

Alkoholkwirkung und Blutalkoholkonzentration.

Hoheneck-Verlag: Hamm 1960

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

GRAMBERG-DANIELSEN, B.

Optalmologische Befunde nach Alkoholgenuß

Zbl. Verkehrs-Med., 11, 129 (1965)

GRAMBERG-DANIELSEN, B.

Der Einfluß der im § 315 a StGB (Gefährdung des Straßenverkehrs)
genannten Mittel auf die optische Wahrnehmung.

Klin. Mbl. Augenheilk. 146, 116 (1965)

GRÜNER, O.

Alkohol und Aufmerksamkeit. Ihre Bedeutung im motorisierten Verkehr.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 44, 187 (1955)

HAGGARD, H.W. und L.A. GREENBERG

The influence of the congeners of distilled spirits upon the physiological
action of alcohol.

Quart. J. Stud. Alc. 4, 3 (1943)

zit. nach H. ELBEL und F. SCHLEYER

Blutalkohol

Thieme, Stuttgart 1956

HAGGARD, H.W. und L.A.

Studies in the absorption distribution and elimination of ethylalcohol.

J. pharm. 52, 137, 150, 167 (1934)

zit. nach H. ELBEL und F. SCHLEYER

Blutalkohol

Thieme, Stuttgart 1956

v. HEDENSTRÖM, I. und O. SCHMIDT

Elektroencephalographische Untersuchungen nach Alkoholgabe

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 40, 234 (1950)

HEIFER, U.

Alkoholtoleranz, Verkehrssicherheit und Gefährdungsgrenzwert.

Dtsch. Ärztebl. 64, 2665 (1967)

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

HEIFER, U.

Einflüsse der akuten Alkoholwirkung auf die oculo-vestibuläre Regelung.

Archiv. klin. exp. Ohren-, Nasen- und Kehlkopfheilkunde 194,

182 (1969)

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

HEIFER U.

Objektivierung der Alkoholwirkung nach forcierter Kurzbelastung

Blutalkohol 6, 470 (1969)

HEIFER, U.

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung (Aus einem Grundsatzgutachten)

Blutalkohol 7, 383 (1970)

KRAULAND, W., C. ROSE und K. FREUDENBERG

Blutalkoholkonzentration und ärztliche Diagnose.

Blutalkohol 2, 514 (1963/64)

KÜRZINGER, R.

Die phasenverschiedene Wirkung des Alkohols.

Dtsch. Gesd. Wes. 15, 1743 (1960)

LAVES, W.

Alkohol und Sehleistung.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 44, 435 (1955)

MAUZ, R.

Der Einfluß geringer Alkoholgaben auf Teilfunktionen von Auge und Ohr.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 32, 301 (1940)

MAYER, R.M.

Intermittierende Alkoholresorption, Speichelalkoholkurve und Alkoholwirkung.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 26, 250 (1936)

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

MELLANBY, E.

Brit. med. Res. Counc. Spec. Rep. (1919)

Ser. 31. Zit. nach H. ELBEL und F. SCHLEYER

Blutalkohol

Thieme, Stuttgart 1956

MILES, W.H.

Carnegie Inst. Public. 333, 214 (1924)

zit. nach H. ELBEL und F. SCHLEYER

Blutalkohol

Thieme, Stuttgart 1956

MORTIMER, R. G.

Effect of low blood-alcohol concentrations in simulated day
and night driving.

Percept. motor Skills 17, 399 (1963)

MÜLLER, E. und J. RUTENFRANZ

Das EEG als Test der cerebralen Funktionsstörung nach Alkohol.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 50, 54 (1960)

PONSOLD, A.

Lehrbuch der gerichtlichen Medizin

Thieme: Stuttgart 1967

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

PROKOP, O.

Forensische Medizin

Berlin: Volk und Gesundheit 1966

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

SCHLEYER, F. und D. WICHMANN

Die Tatzeit in Beziehung zum Ende des Alkoholkonsums und zum Blutalkohol-
gehalt bei Verkehrsdelikten

Blutalkohol 1, 135 (1961)

SCHLEYER, F. und K. SELLIER

Untersuchungen über die alkoholbedingte Sehstörung nach Momentblendung.

Zbl. Verh. Med. 9, 2 (1963)

SCHLEYER, F.

Gutachten für den 3. Strafsenat OLG Hamm 3 Ss 555/61

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

SCHWEITZER, H. und F. BURKHARDT

Wahrnehmungsstörungen bei geringen Blutalkoholkonzentrationen.

Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 51, 450 (1961)

STEIGLEDER, E.

Statistische Auswertung der Dokumentation gerichtsmedizinischer

Alkoholbefunde aus Schleswig-Holstein.

Blutalkohol 5, 493 (1968)

zit. nach U. HEIFER

Sturztrunk und Alkoholanflutungswirkung.

Blutalkohol 7, 383 (1970)

TUOVINEN

zit. nach A. ALHA

Der klinische Rauschzustand während des steigenden und fallenden

Blutalkohols

Ärztl. Laborat. 2, 9 (1956)

WILHELM, F., H.J. LINDNER und J. AUDRLICKY

Untersuchungen über das Sehen in der Dämmerung nach Alkoholaufnahme

Blutalkohol 8, 473 (1972)

YOUNG, J.R.

Blood alcohol concentration and reaction time.

Quart. J. Stud. Alc. 31, 823 (1970)

ref. in Zbl. ges. Rechtsmed. 4, 201 (1972)

VII. Übersicht der Versuchsergebnisse

VP	Landolt						Phase _{MA}
	Nw [sec]	MA [sec]	P _R [%]	P _{El} [%]	BAK _{MA} [‰]	BAK _{Max} [‰]	
1	4,0	8,0	100	25	1,06	1,10	Res
2	2,8	3,8	7	36	1,16	1,21	El
3	2,9	4,5	26	58	1,03	1,15	El
4	4,8	11,0	44	132	1,21	1,32	El
5	2,6	4,9	90	14	1,46	1,64	Res
6	2,4	4,1	71	- 13	1,04	1,15	Res
7	8,7	19,5	124	38	0,60	1,06	Res
8	2,4	5,2	119	- 11	0,78	1,02	Res
9	2,9	13,8	376	274	0,89	1,35	Res
10	2,3	10,8	291	46	1,20	1,23	Res
11	3,8	5,1	33	3	0,21	0,96	Res
12	2,4	2,8	17	- 23	0,87	1,22	Res
13	1,6	3,5	126	74	1,11	1,20	Res
14	2,1	3,7	81	- 34	1,06	1,23	Res
15	5,2	10,0	92	11	0,65	1,06	Res
16	1,8	2,3	29	11	0,82	1,17	Res
17	1,8	3,1	77	29	1,22	1,22	Res
18	2,7	4,2	56	- 13	1,06	1,06	Res
19	2,5	5,3	112	20	1,15	1,15	Res
20	4,1	2,6	- 37	- 68	0,75	0,80	Res

Nw: Nüchternwert

P_{El}:Prozentuale Erhöhung des MA
in der Eliminationsphase

MA: Stärkster Ausfall

BAK_{MA}:Blutalkoholkonzentration
beim stärksten AusfallP_R: Prozentuale Erhöhung des
MA in der ResorptionsphaseBAK_{Max}:

Gipfelwert der Blutalkoholkurve

3 - Stäbchen

VP	Nw [sec]	MA [sec]	P _{Res} [%]	P _{El} [%]	BAK _{MA} [‰]	BAK _{Max} [‰]	Phase
1							
2							
3							
4							
5							
6	3,6	5,8	61	19	1,15	1,15	Res
7	3,8	5,4	42	11	1,02	1,06	Res
8	3,3	4,2	29	23	0,78	1,02	Res
9	3,0	5,8	93	37	1,35	1,35	Res
10	2,3	3,65	59	4	1,20	1,23	Res
11	3,3	3,8	15	- 18	0,96	0,96	Res
12	3,8	4,0	0	5	0,93	1,22	Elim
13	2,2	3,0	36	0	1,11	1,20	Res
14	2,1	3,2	52	10	1,23	1,23	Res
15	1,9	2,2	16	5	1,06	1,06	Res
16	3,3	3,8	15	- 3	1,17	1,17	Res
17	2,8	3,1	- 7	11	0,91	1,22	Elim
18	2,2	3,2	48	16	0,88	1,06	Res
19	3,4	3,7	10	- 34	1,03	1,15	Res
20	3,6	3,2	- 11	- 31	0,44	0,80	Res

Adaptation

VP	Nw [sec]	MA [sec]	P _{Res} [%]	P _{El} [%]	BAK _{MA} [‰]	BAK _{Max} [‰]	Phase
1	25,7	140	418	445	1,06	1,1	El
2	35	49,5	34	41	1,16	1,21	El
3	26,4	68,5	160	33	1,15	1,15	Res
4	30,4	86,0	183	60	1,32	1,32	Res
5	26,6	73,0	174	87	1,46	1,64	Res
6	30,4	92,2	203	164	1,04	1,15	Res
7	42,3	71,8	70	45	0,60	1,06	Res
8	79,4	227,7	77	187	0,99	1,02	El
9	36,8	78,7	114	19	1,32	1,35	Res
10	71,7	63,9	- 11	- 34	1,23	1,23	Res
11	111,0	186,3	23	68	0,95	0,96	El
12	55,3	115,4	109	56	1,22	1,22	Res
13	32,4	78,5	142	54	1,20	1,20	Res
14	32,5	212,1	553	408	1,23	1,23	Res
15	45,1	33,0	- 12	- 46	0,65	1,06	Res
16	52,5	108,3	106	- 4	0,82	1,17	Res
17	89,9	125,3	19	39	0,91	1,22	El
18	24,7	61,0	147	124	0,88	1,06	Res
19	31,0	69,8	125	47	0,64	1,15	Res
20	42,8	51,0	19	- 42	0,44	0,80	Res

Verschmelzungsfrequenz

VP	Nw [sec]	MA [sec]	P _{Res} [%]	P _{El} [%]	BAK _{MA} [%]	BAK _{Max} [%]	Phase
1	15,7	22,0	40	38	1,06	1,1	Res
2	13,1	17,9	24	37	1,16	1,21	El
3	14,0	17,1	20	22	1,03	1,15	El
4	14,1	15,3	21	- 4	1,19	1,32	Res
5	10,0	12,5	25	13	0,44	1,64	Res
6	12,7	16,2	18	28	1,12	1,15	El
7	13,8	18,6	35	21	1,02	1,06	Res
8	16,8	18,8	15	5	0,78	1,02	Res
9	14,0	18,2	17	30	1,17	1,35	El
10	14,1	18,3	5	30	0,92	1,23	El
11	18,0	21,7	10	21	0,78	0,96	El
12	18,1	21,9	20	14	1,22	1,22	Res
13	15,3	17,1	10	12	1,13	1,20	El
14	13,9	15,6	12	4	0,76	1,23	Res
15	15,4	17,1	11	3	0,65	1,06	Res
16	16,2	21,8	35	20	1,17	1,17	Res
17	14,2	15,4	6	8	0,91	1,22	El
18	9,9	14,0	41	32	0,37	1,06	Res
19	13,9	19,7	42	35	1,03	1,15	Res
20	13,2	13,6	3	- 6	0,75	0,80	Res

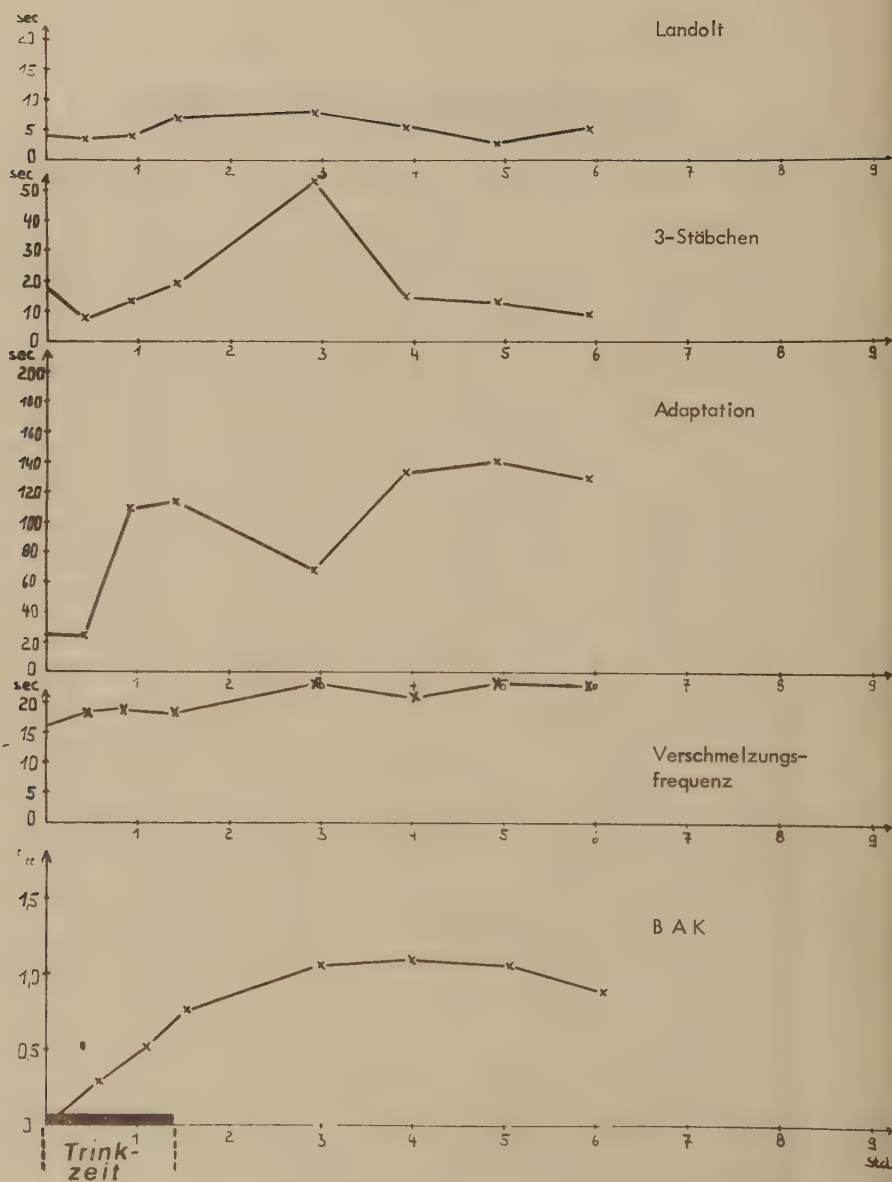
Zeitpunkt des MA in Beziehung zum BA-Gipfelwert [Min.]

VP	Landolt	3-Stäbchen	Adaptation	Verschm.-Frequenz
1	65 vor	66 vor	54 nach	66 vor
2	43 nach	59 vor	43 nach	43 nach
3	83 nach	58 vor	8 vor	83 nach
4	81 nach	60 vor	10 vor	147 vor
5	59 vor	7 vor	59 vor	147 vor
6	77 vor	9 vor	77 vor	106 nach
7	154 vor	76 vor	154 vor	76 vor
8	40 vor	40 vor	39 nach	40 vor
9	105 vor	6 vor	71 vor	115 nach
10	52 vor	52 vor	25 vor	167 nach
11	111 vor	12 vor	67 nach	162 nach
12	45 vor	68 nach	12 vor	12 vor
13	41 vor	41 vor	8 vor	75 nach
14	45 vor	12 vor	12 vor	77 vor
15	77 vor	7 vor	77 vor	77 vor
16	42 vor	7 vor	42 vor	7 vor
17	11 vor	114 nach	114 nach	114 nach
18	12 vor	27 vor	42 vor	83 vor
19	10 vor	55 vor	95 vor	55 vor
20	50 vor	10 vor	95 vor	50 vor

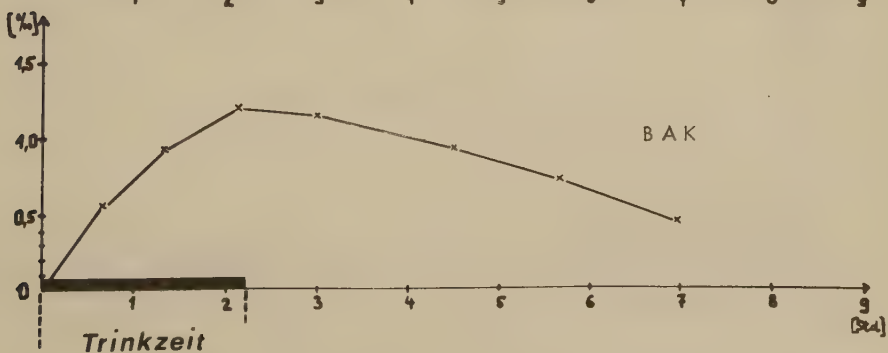
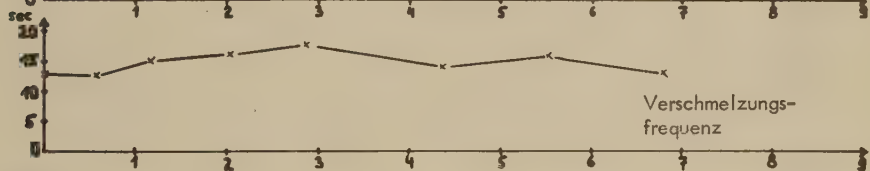
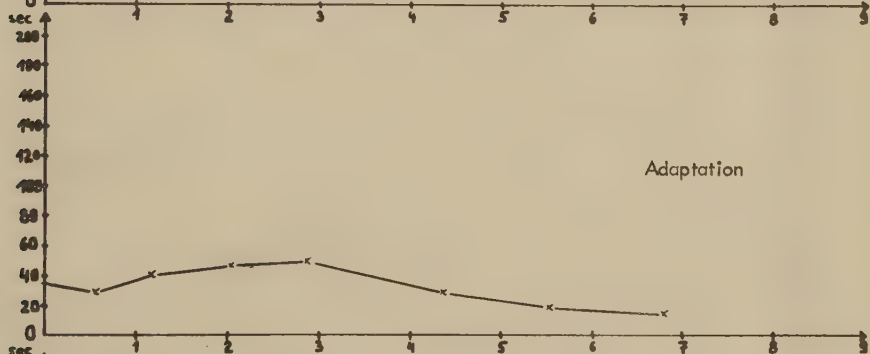
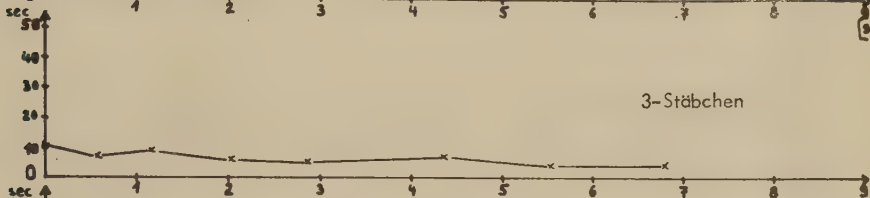
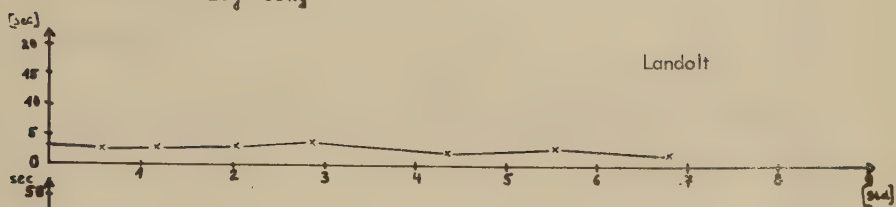
Zeitpunkt des MA in Beziehung zum Trinkende [Min]

VP	Landolt	3-Stäbchen	Adaptation	Vershm.-Frequenz
1	45 nach	40 nach	160 nach	40 nach
2	37 nach	65 vor	37 nach	37 nach
3	118 nach	23 vor	27 nach	118 nach
4	119 nach	20 vor	30 nach	107 vor
5	14 vor	38 nach	14 vor	102 vor
6	17 nach	85 nach	17 nach	200 nach
7	60 vor	18 vor	60 vor	18 nach
8	15 vor	15 vor	64 nach	15 vor
9	18 vor	87 nach	22 nach	202 nach
10	3 vor	3 vor	24 nach	232 nach
11	68 vor	21 nach	100 nach	195 nach
12	18 vor	95 nach	15 nach	15 nach
13	15 nach	4 nach	37 nach	120 nach
14	18 vor	15 nach	15 nach	50 vor
15	55 vor	15 nach	55 vor	55 vor
16	30 vor	5 nach	30 vor	5 nach
17	bei TE	125 nach	125 nach	125 nach
18	20 nach	5 nach	10 vor	63 vor
19	40 nach	5 vor	45 vor	5 vor
20	24 nach	4 nach	21 vor	24 nach

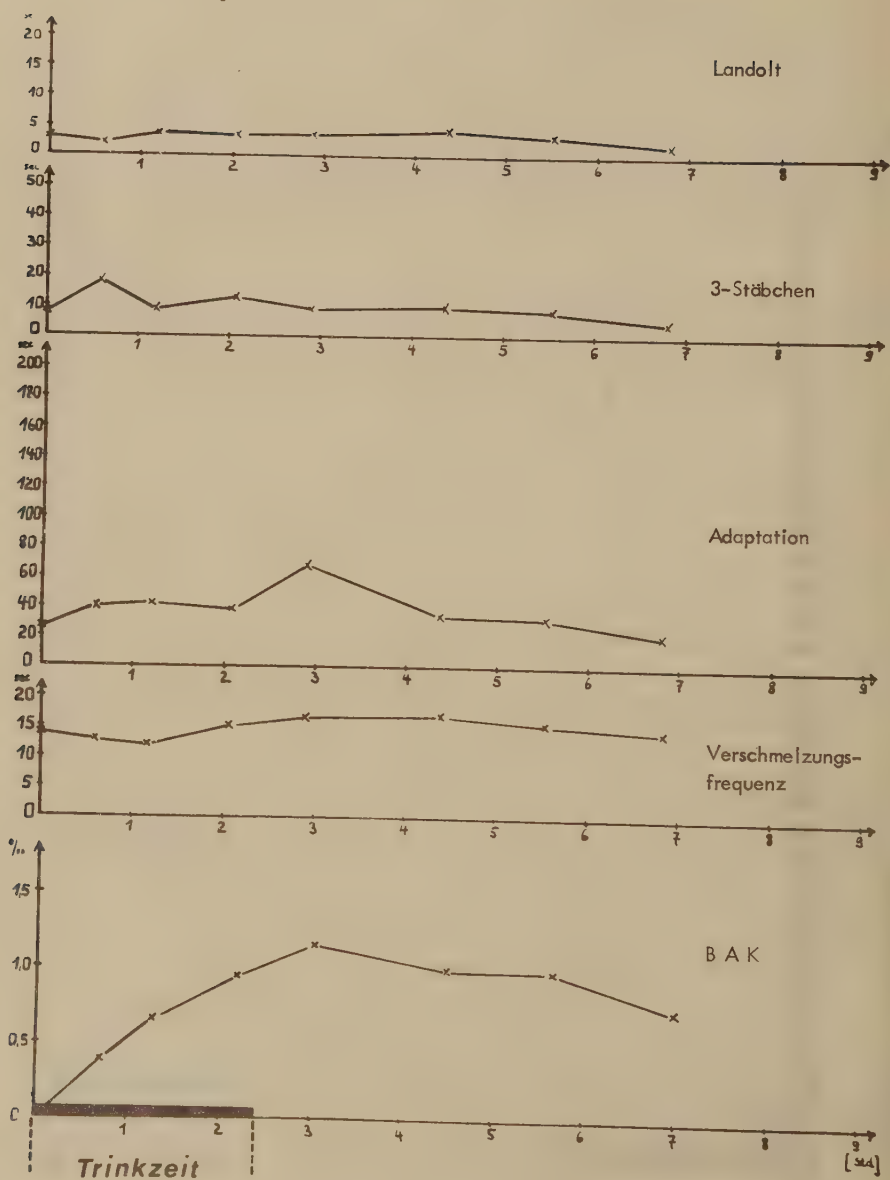
VP 1



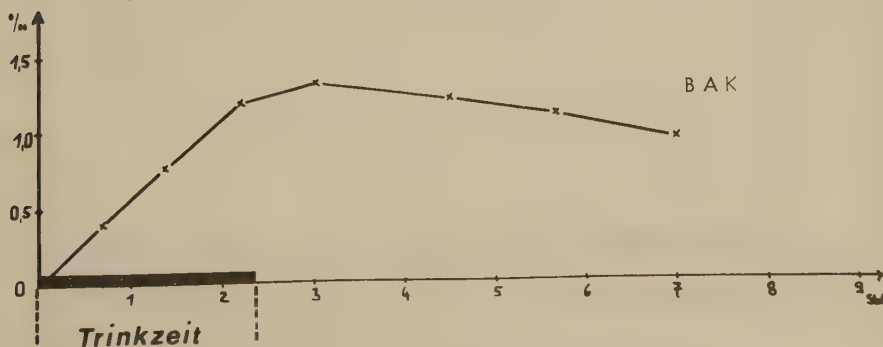
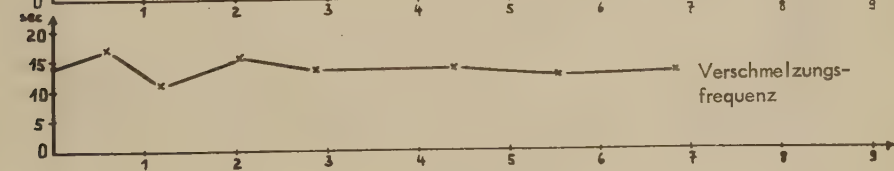
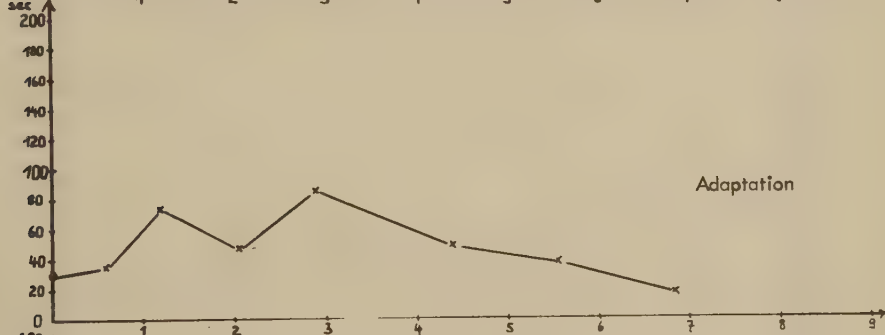
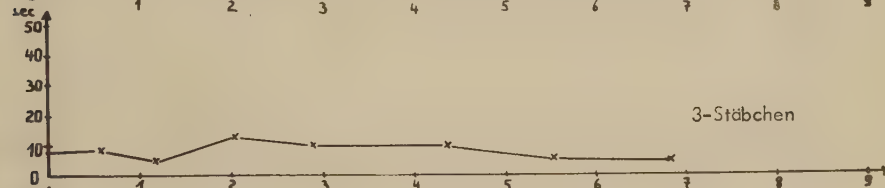
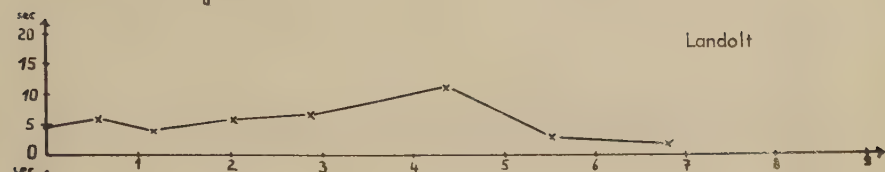
VP 2 26] 68kg



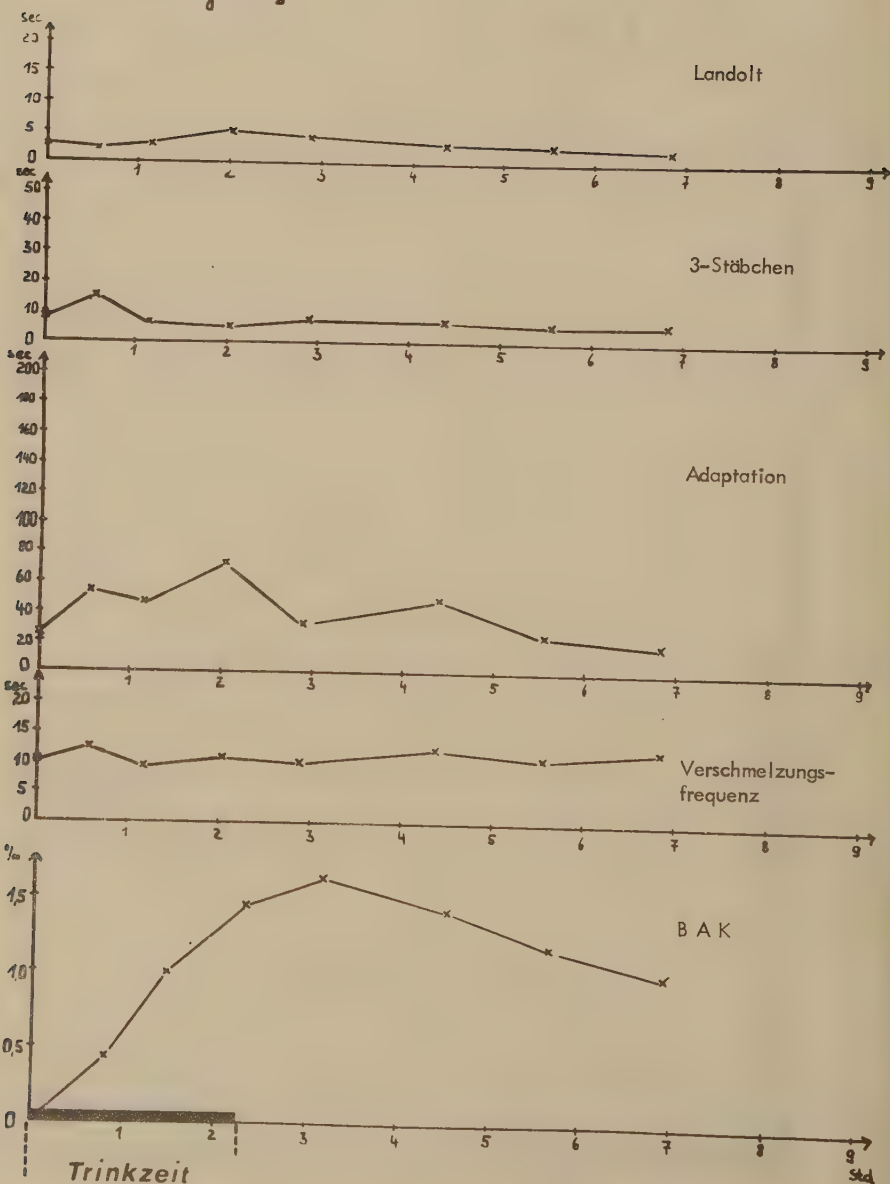
VP 3 267 71kg



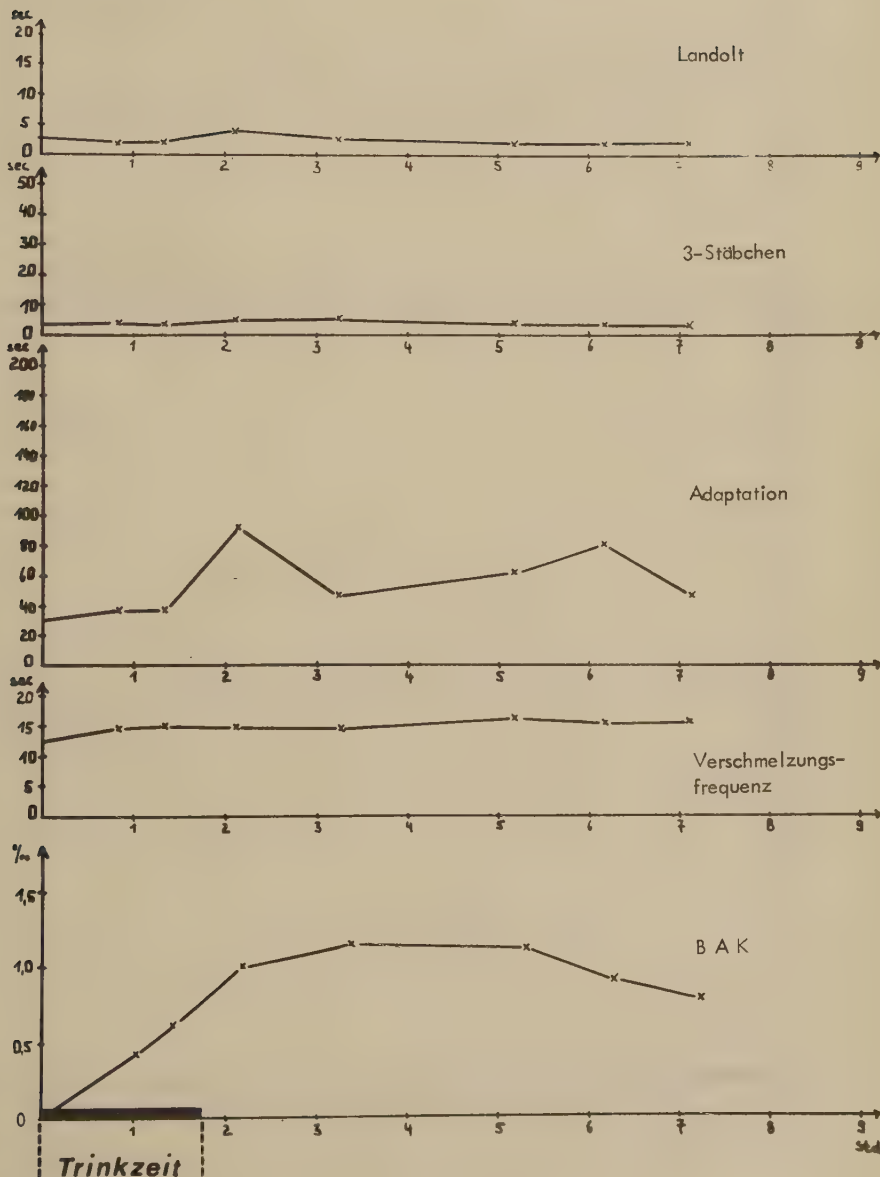
VP 4 267 67kg



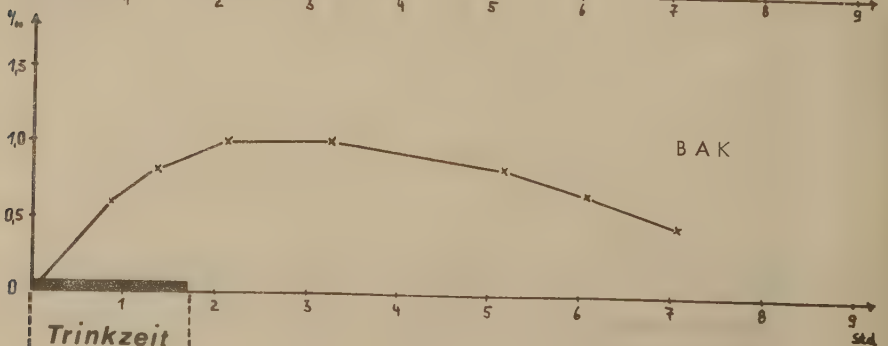
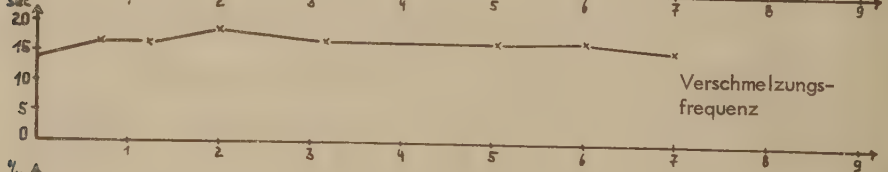
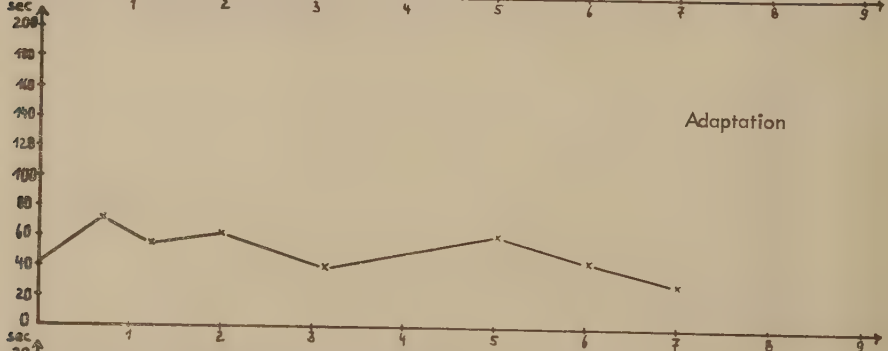
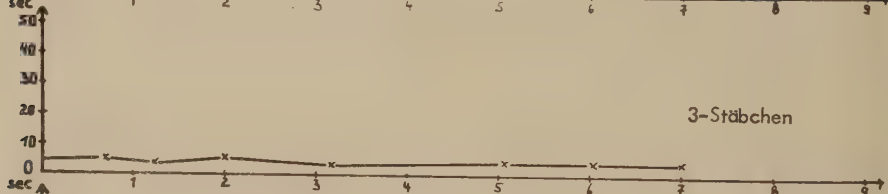
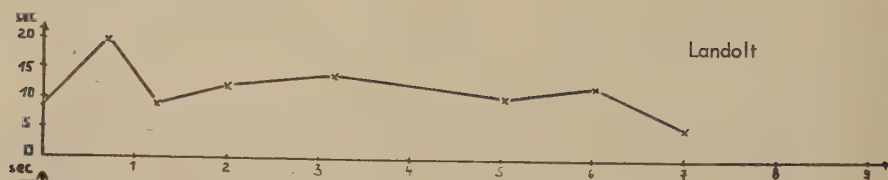
VP 5 267 80kg



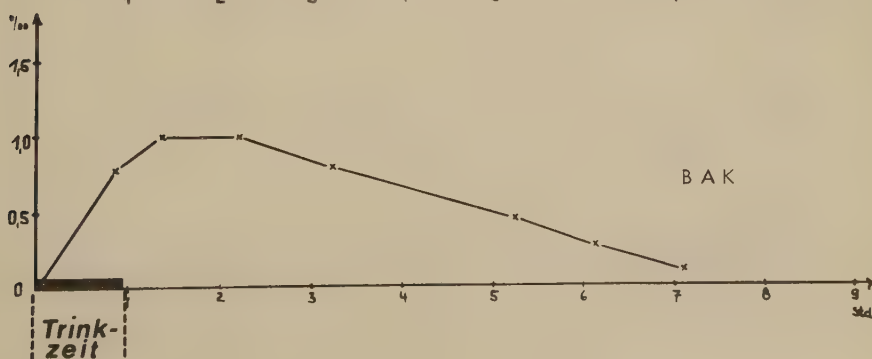
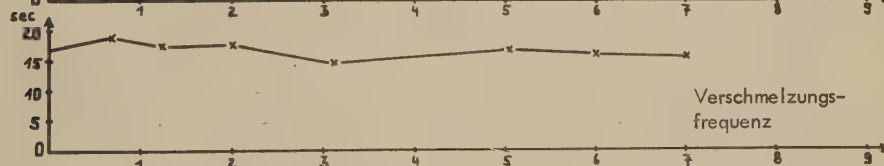
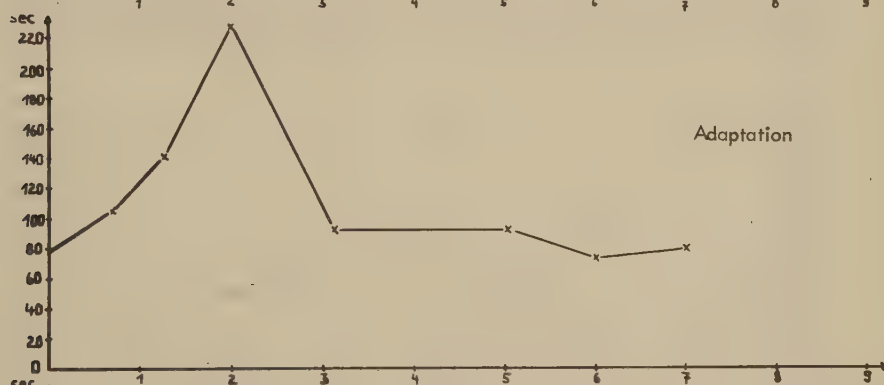
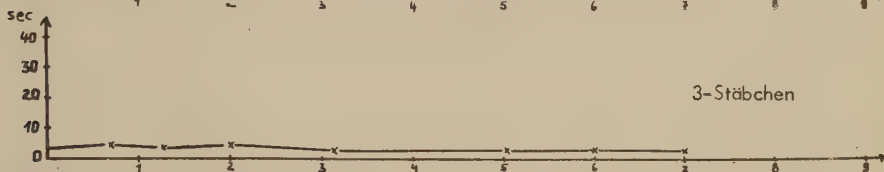
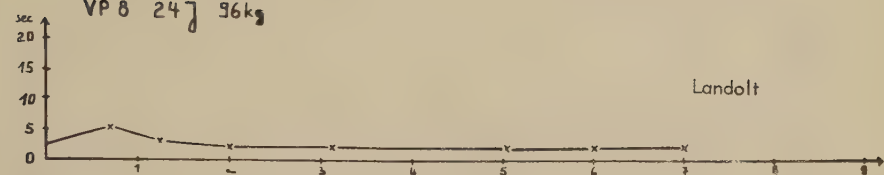
VP 6 25] 56 kg



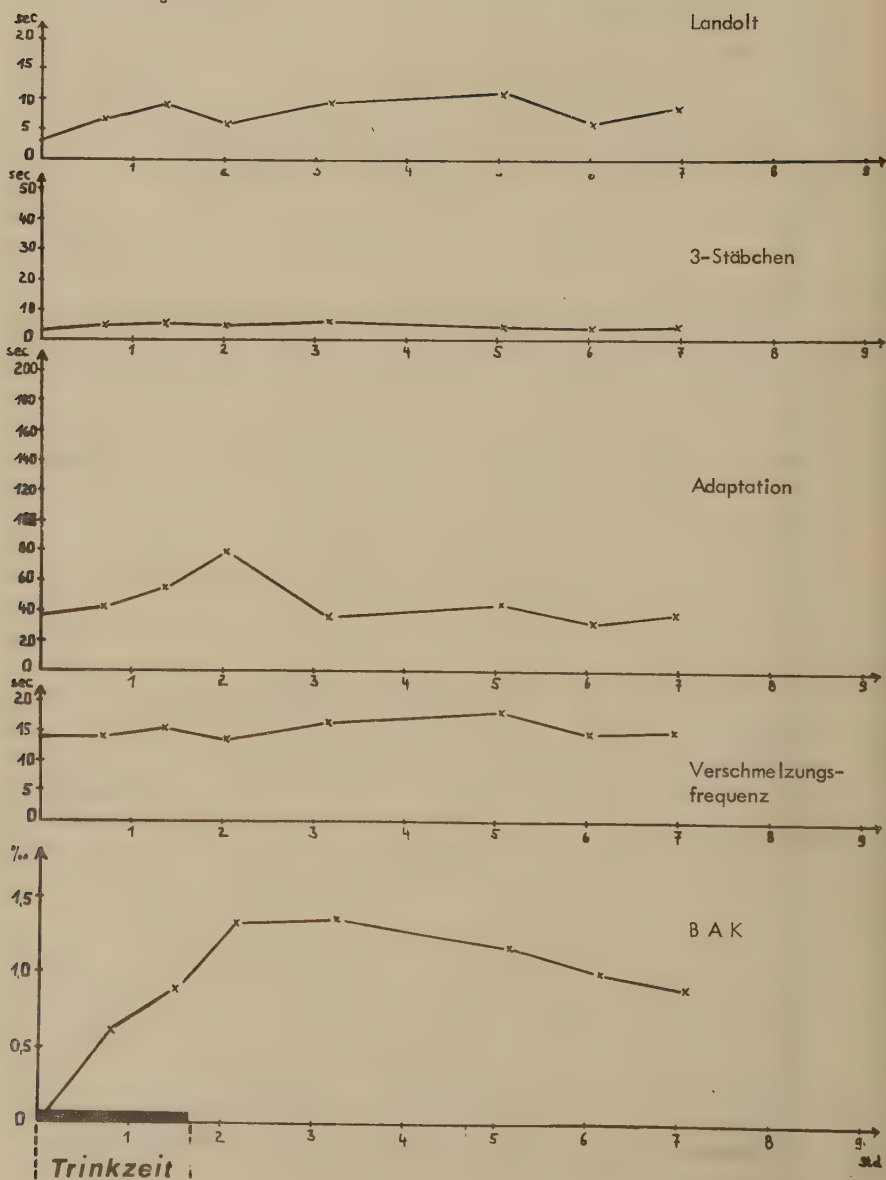
VP 7 257 65kg



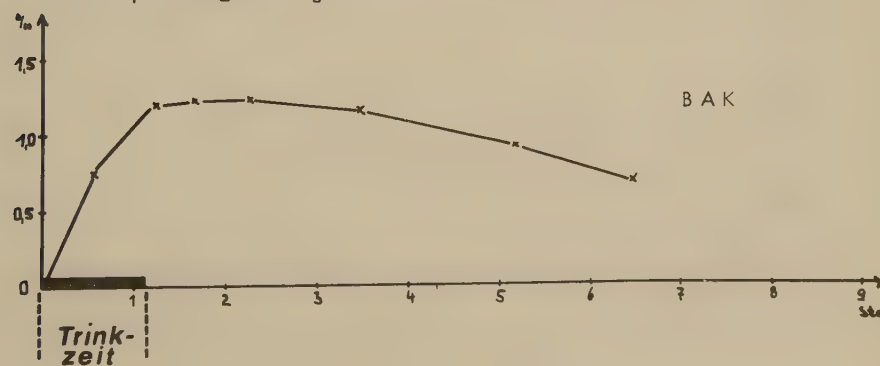
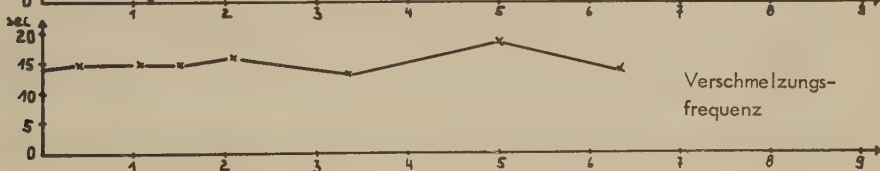
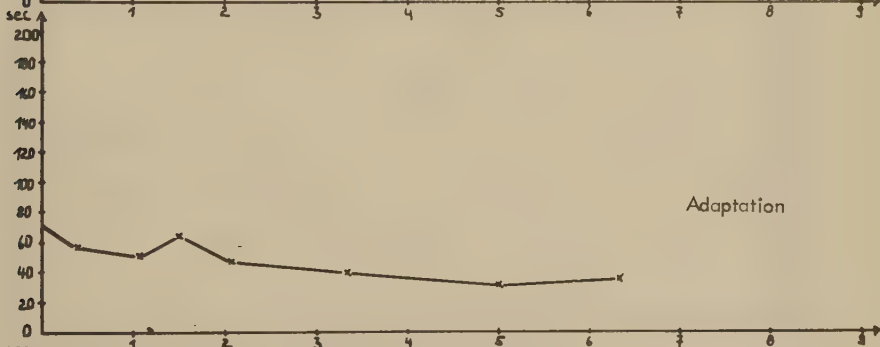
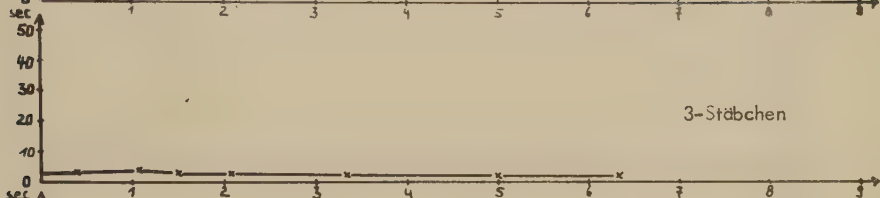
VP 8 247 96kg



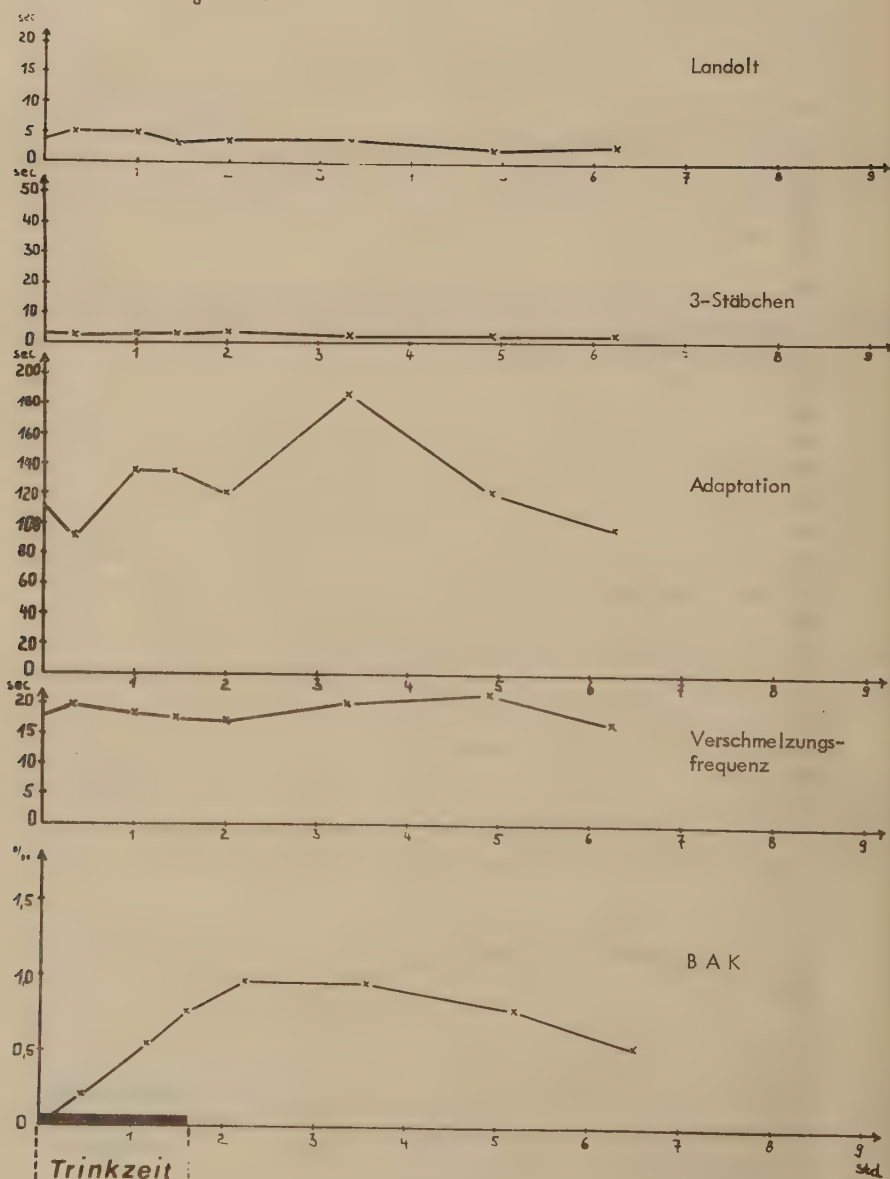
VP9 267 63kg



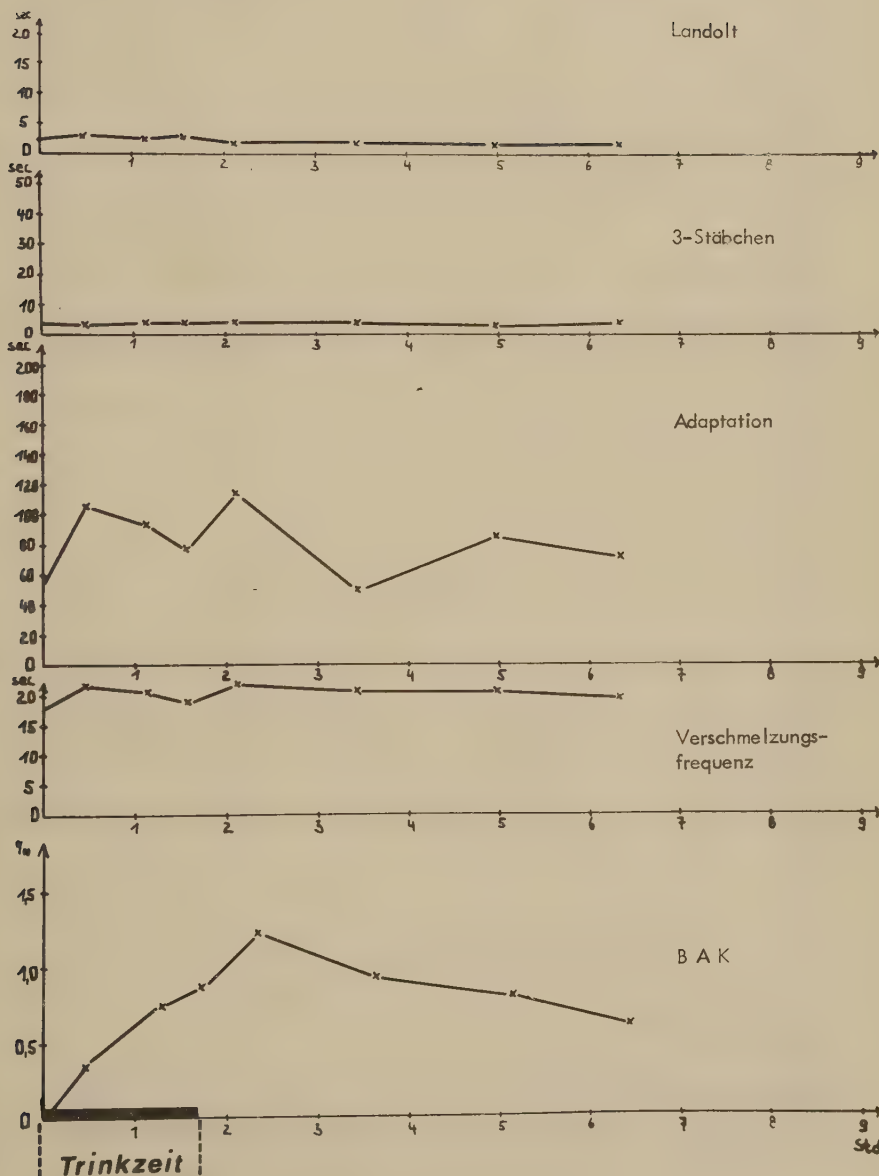
VP 10 267 96kg



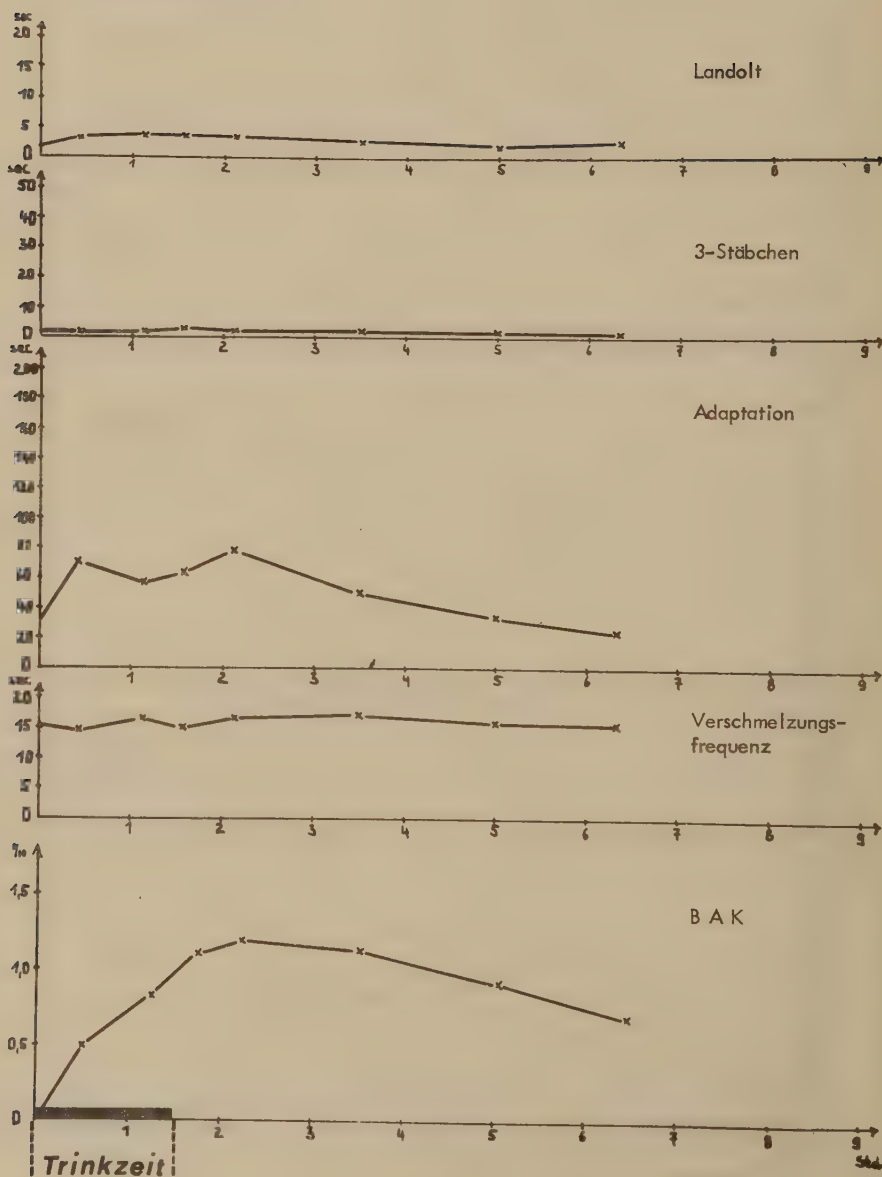
VP 11 23] 80kg



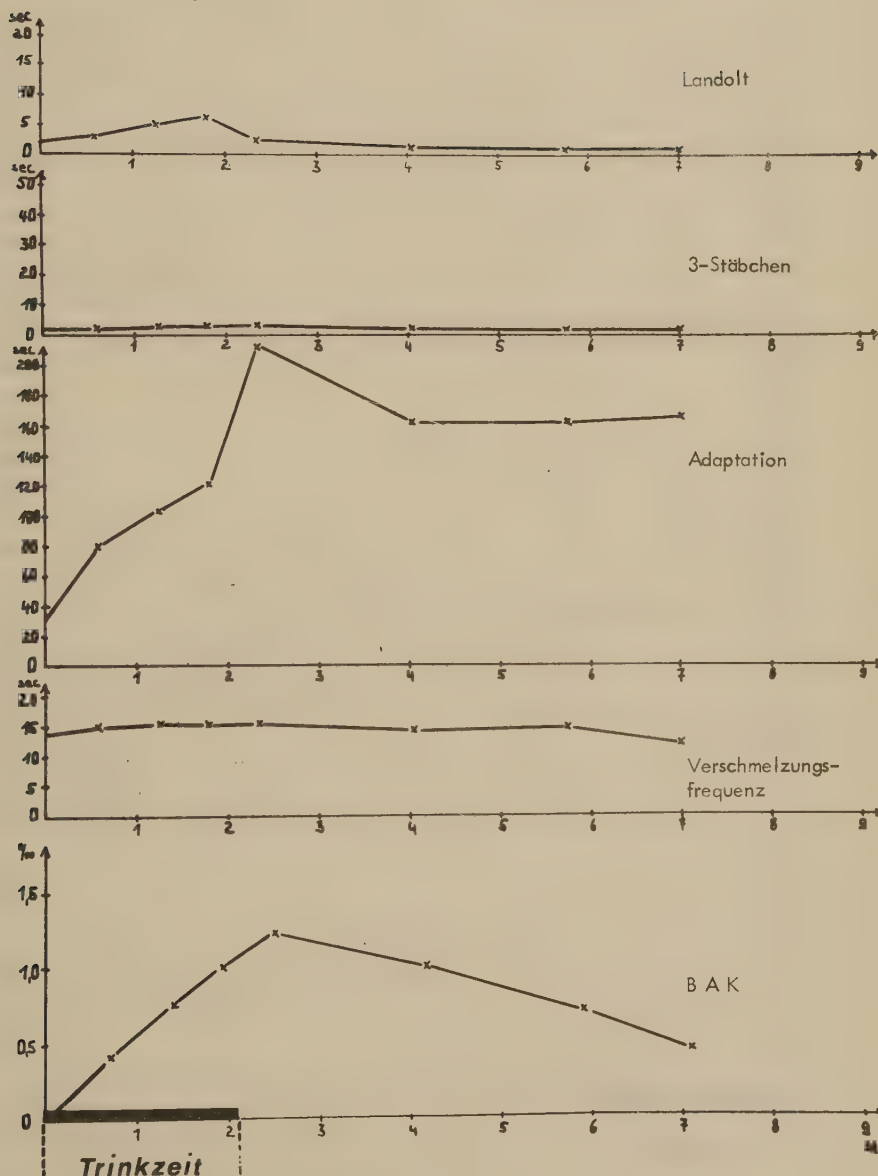
VP 12 26] 78kg



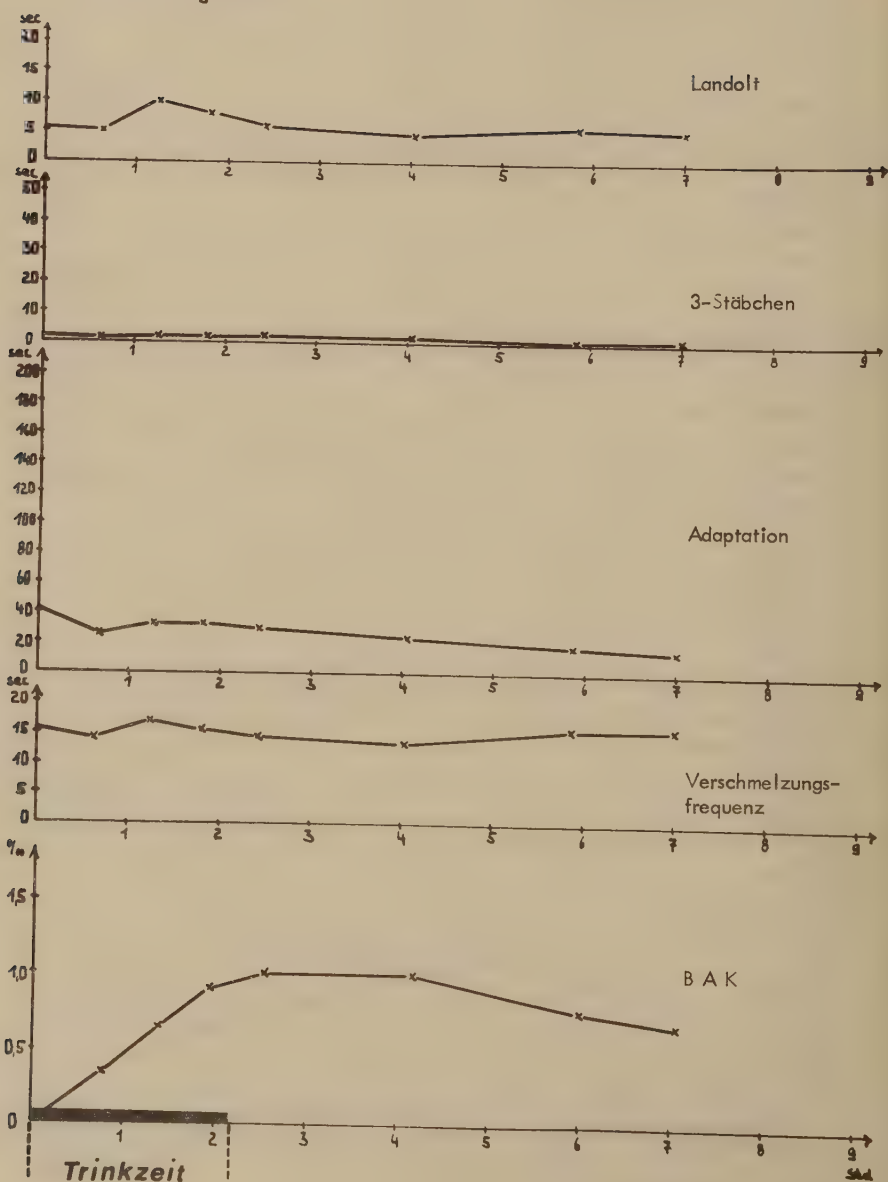
VP 13 25j 73kg



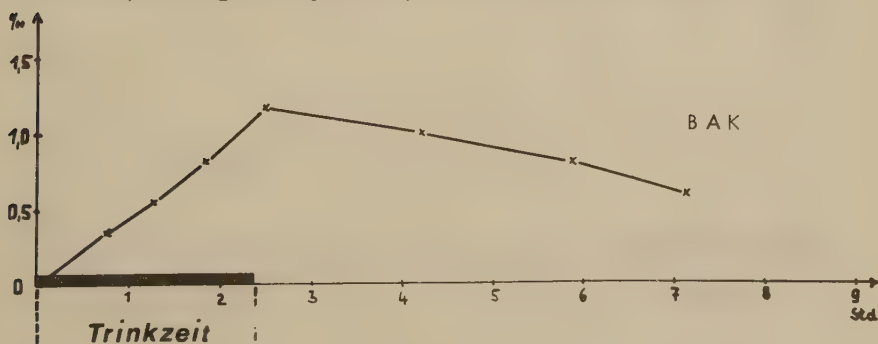
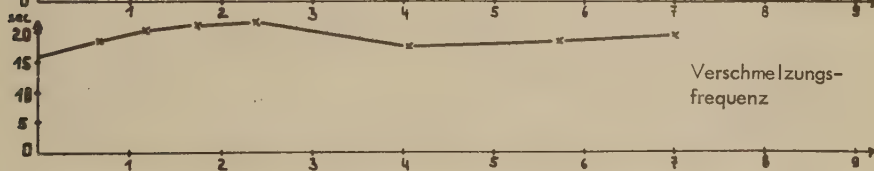
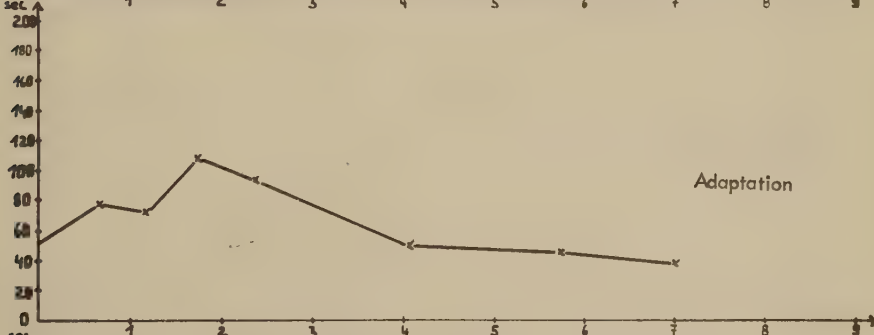
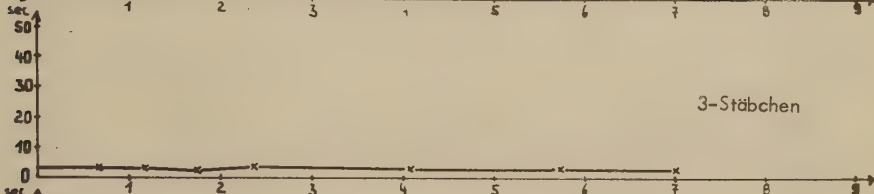
VP 14 24] 74 kg



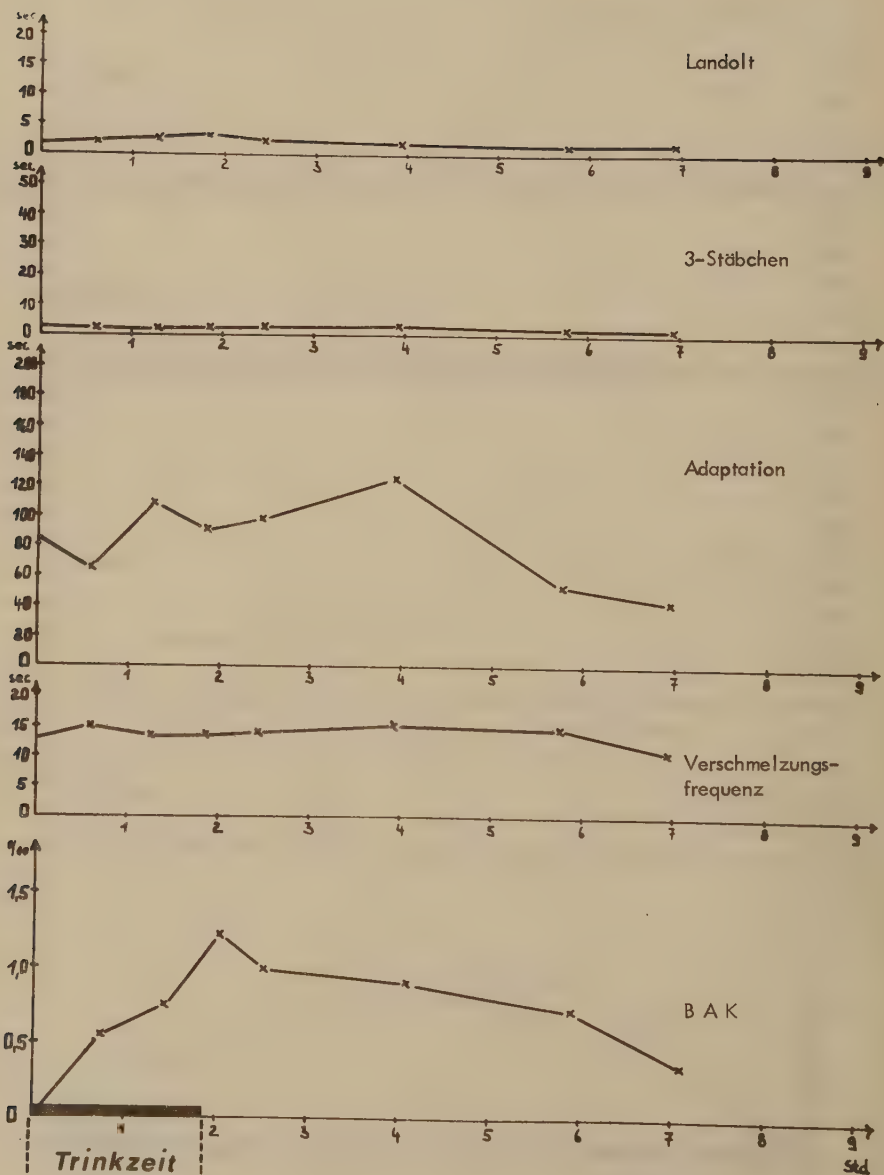
VP 15 257 94kg



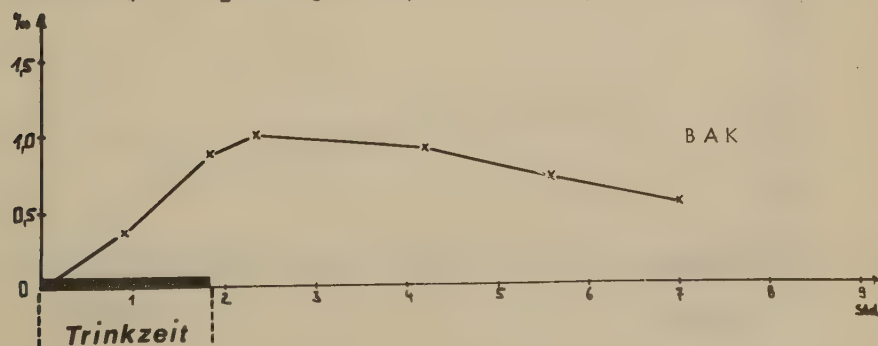
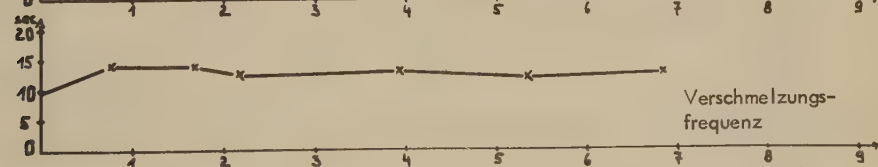
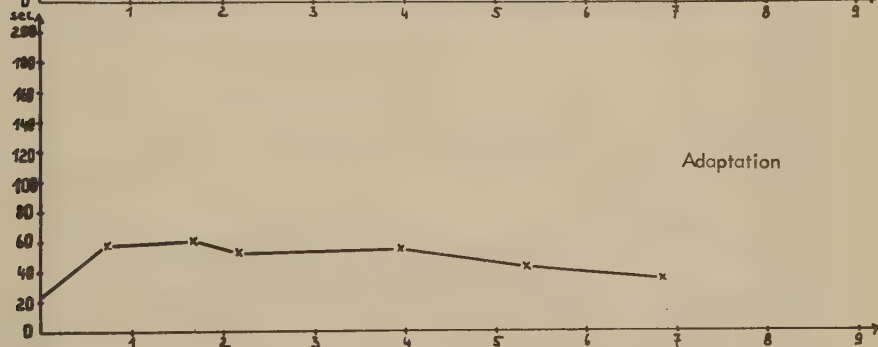
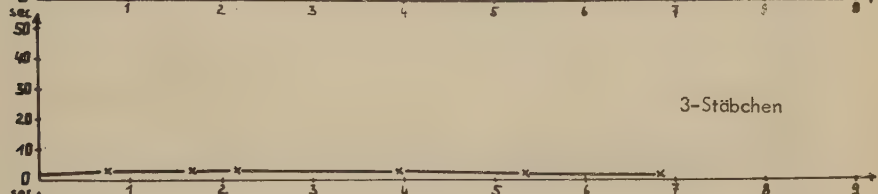
VP 16 247 60kg



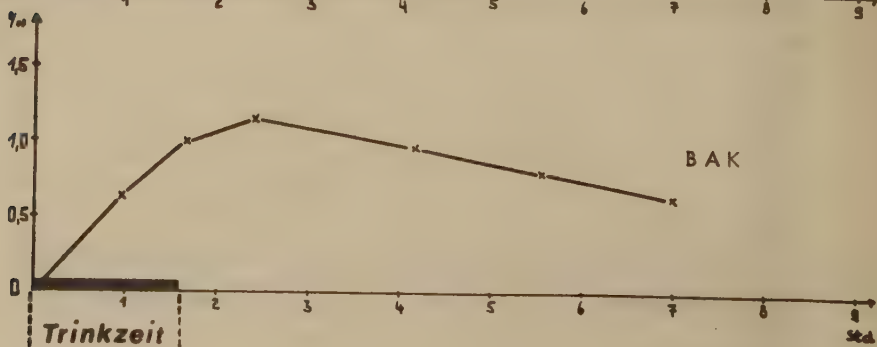
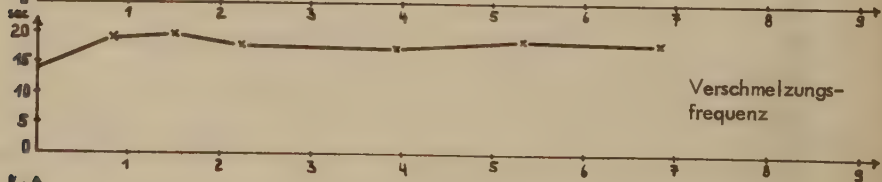
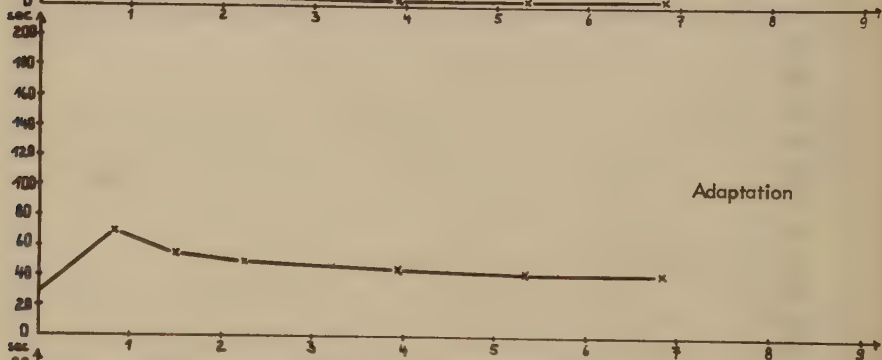
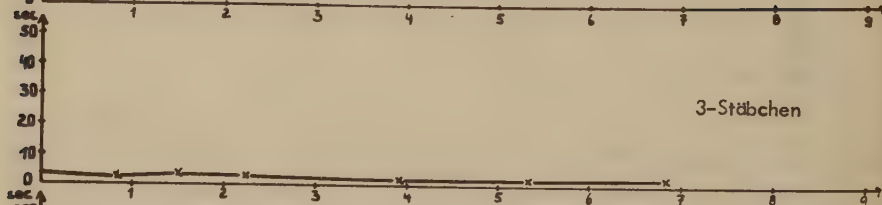
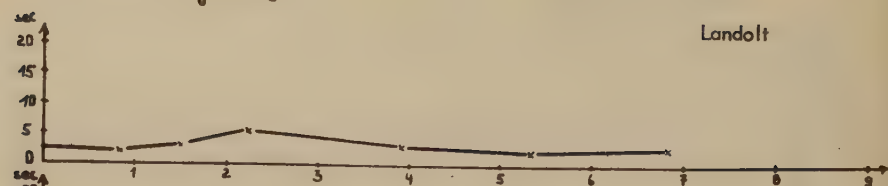
VP 17 217 84kg



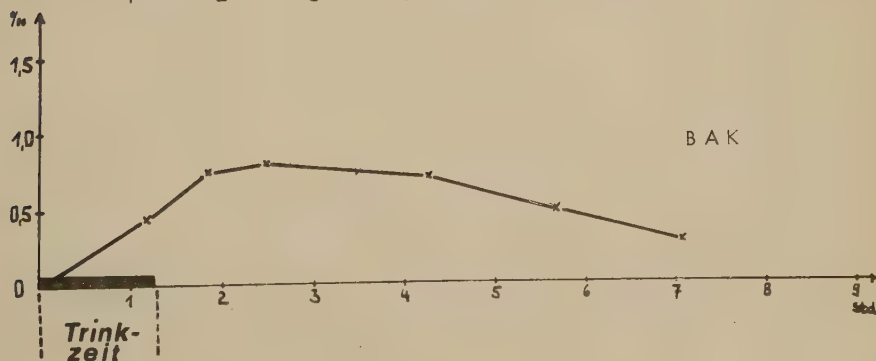
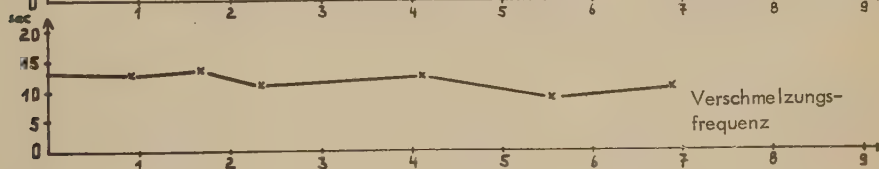
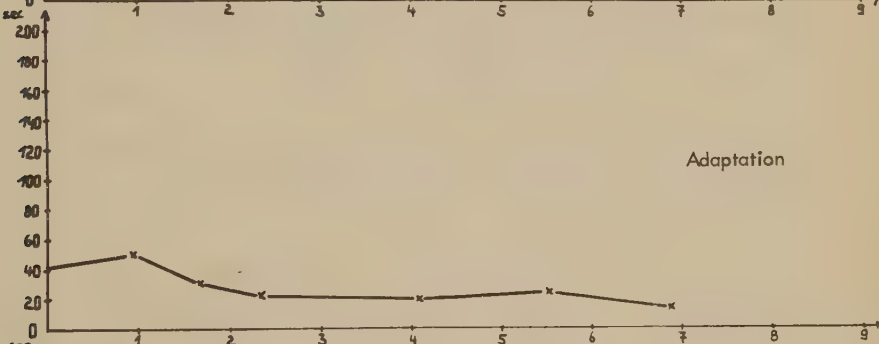
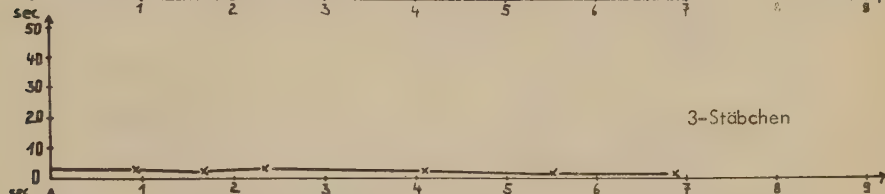
VP 18 277 64kg



VP 19 237 85 kg



VP 20 21j 30kg



Herrn Professor Dr. Dr. E. Weinig danke ich für die Überlassung der Räume zur Durchführung der Versuche.

Herrn Professor Dr. H.-B. Wurmeling danke ich für die Übernahme des Korreferates.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Priv.-Doz. Dr. Dr. P. Zink für die Überlassung des Themas und für die immer freundliche Beratung und Unterstützung bei der Durchführung der Dissertation.

Herrn Dr. G. Reinhardt danke ich für die tatkräftige Hilfe bei der Durchführung der Versuche.

Meinen Kommilitonen und Freunden, die sich als Versuchspersonen zur Verfügung stellten, danke ich sehr herzlich.

Lebenslauf

Am 28. 11. 1943 wurde ich, Fritz Kurt Schuster, als Sohn des Zahn-
arztes Dr. Fritz Schuster und seiner Ehefrau Irmgard geb. Volkert in
Erlangen geboren. Von 1949 bis 1952 besuchte ich die Volksschule
in Erlangen und ab 1953, bedingt durch den Umzug meiner Eltern,
die Volksschule in Katzwang. 1954 wechselte ich zur Adam-Kraft
Oberrealschule in Schwabach über. Nach dem Abitur 1963 wurde ich
zu einem 12 monatigen Wehrdienst einberufen. Von 1964 bis 1970
studierte ich an der Friedrich-Alexander Universität Erlangen Zahnmedi-
zin. Nach dem Staatsexamen 1970 übte ich meinen Beruf in Privatpraxen
und bei der Bundeswehr aus, wo ich meinen Restwehrdienst noch ableistete.

Copie - Center 2000
852 ERLANGEN • Obere Karlstr. 30